

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-138036

(43)Date of publication of application : 13.05.2004

(51)Int.Cl.

F02D 13/02
F02D 41/02
F02D 41/04
F02D 41/22
F02D 43/00
F02D 45/00

(21)Application number : 2002-315759 (71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 30.10.2002 (72)Inventor : KOKUBO NAOKI
KONDO WAKICHI
IIDA HISASHI

(30)Priority

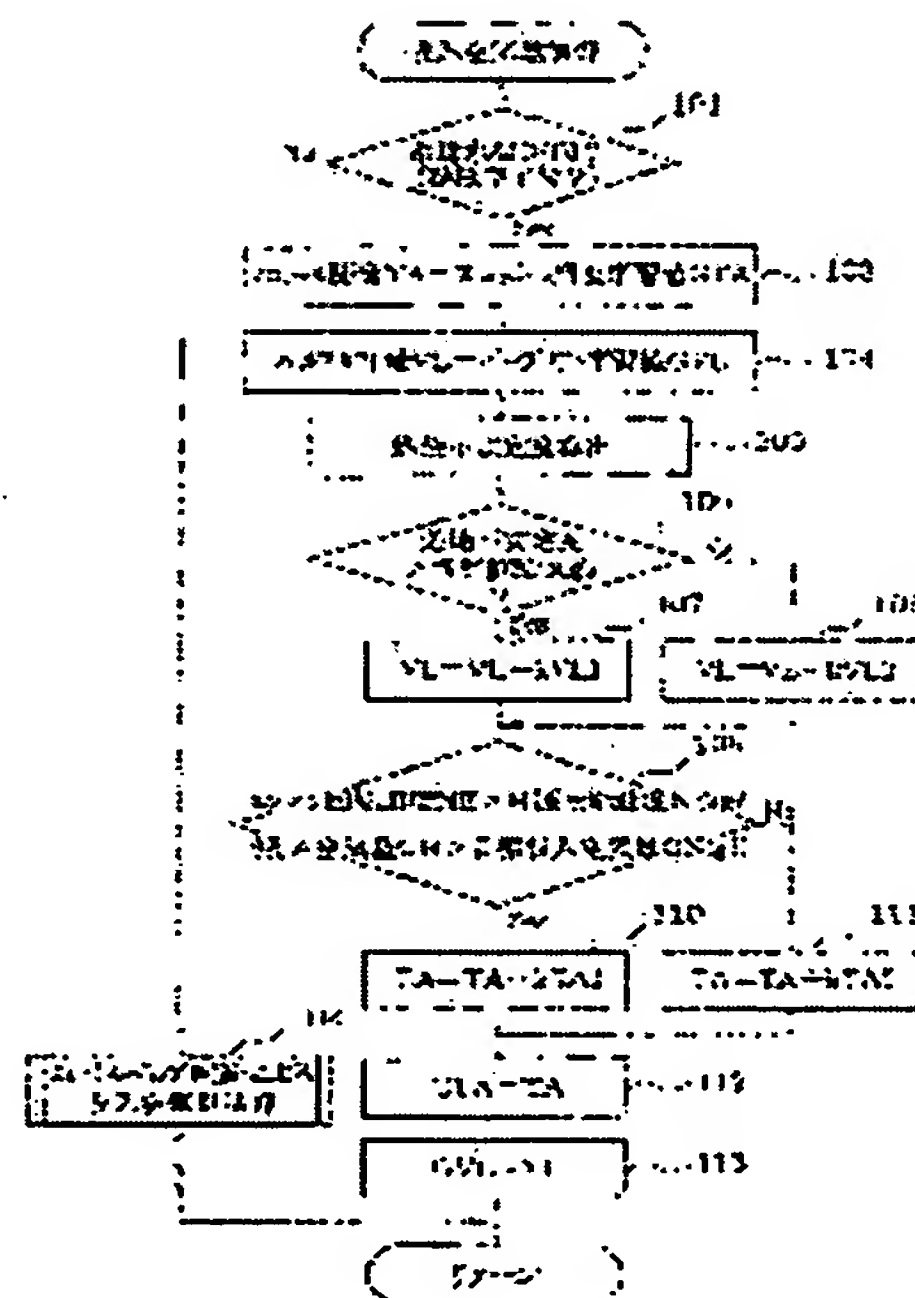
Priority number : 2002240893 Priority date : 21.08.2002 Priority country : JP

(54) CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the fuel consumption reducing effect obtained by the intake air control by controlling a variable intake valve while ensuring the combustion stability.

SOLUTION: The throttle opening learned value GTA and the valve lift learned value GVL are set to be the throttle opening TA and the valve lift quantity VL, respectively. If the combustion instability calculated based on rotation fluctuation or the like is larger than a determination value Krough, the valve lift quantity VL is correctively increased, and if the combustion instability is not larger than the determination value Krough, the valve lift quantity VL is correctively decreased (Steps 101-108). In addition, the throttle opening TA is correctively decreased or increased so as to suppress changes in the engine speed NE (change in intake air quantity GN) caused by correction of the valve lift quantity VL (Steps 109-111), and the throttle opening learned value GTA and the valve lift learned value GVL are updated by the present throttle opening TA and valve lift quantity



VL, respectively (Steps 112 and 113).

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

In the control unit of the internal combustion engine which had the controllable adjustable inhalation-of-air valve mechanism for the inhalation air content by carrying out adjustable [of the controlled variable of an internal combustion engine's intake valve],

A combustion instability detection means to detect an internal combustion engine's combustion instability,

The inhalation air content control means which controls the controlled variable of said intake valve, and/or the controlled variable of a throttle valve based on said combustion instability, and controls an inhalation air content

preparation ***** -- the control unit of the internal combustion engine characterized by things.

[Claim 2]

Said combustion instability detection means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by detecting said combustion instability based on at least one of rotation fluctuation, cylinder internal pressure, and the ion currents.

[Claim 3]

The control unit of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 characterized by having a controlled-variable limit means to restrict the adjustable range of the controlled variable of said intake valve when the combustion instability detected with said combustion instability detection means is beyond a predetermined value.

[Claim 4]

Said controlled-variable limit means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 3 characterized by fixing the controlled variable of said intake valve to a predetermined value when the combustion instability detected with said combustion instability detection means is beyond a predetermined value.

[Claim 5]

The control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 4 characterized by having an abnormality judging means to judge the existence of the abnormalities of the component part of an inhalation air content control system by whether the opening of said throttle valve is below a predetermined abnormality decision value.

[Claim 6]

Said inhalation air content control means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 5 characterized by performing inhalation air content control at the time of the abnormalities which fix the controlled variable of said intake valve and control an inhalation air content by control of the opening of said throttle valve when said abnormality judging means detects abnormalities.

[Claim 7]

Said abnormality judging means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 6 characterized by judging with said adjustable inhalation-of-air valve mechanism being unusual when the combustion instability detected with said combustion instability detection means during activation of inhalation air content control at the time of said abnormalities is smaller than a predetermined value.

[Claim 8]

Said abnormality judging means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 6 or 7 characterized by to judge whether said adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally, and to judge with component parts other than said adjustable inhalation-of-air valve mechanism being unusual if judged with operating normally when the combustion instability detected with said combustion instability detection means during activation of inhalation air content control at the time of said abnormalities has become beyond a predetermined value.

[Claim 9]

Said abnormality judging means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 8 characterized by measuring and judging the output of a sensor and the controlled variable of this intake valve which detect said inhalation-of-air valve position for whether said adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally.

[Claim 10]

In the control unit of the internal combustion engine which had the controllable adjustable inhalation-of-air valve mechanism for the inhalation air content by carrying out adjustable [of the controlled variable of an internal combustion engine's intake valve],

A dispersion detection means between gas columns to detect the dispersion value between gas columns showing inhalation air content dispersion between an internal combustion engine's gas columns,

The inhalation air content control means which controls the controlled variable of said intake valve, and/or the controlled variable of a throttle valve based on said dispersion value between gas columns, and controls an inhalation air content

preparation ***** -- the control unit of the internal combustion engine characterized by things.

[Claim 11]

Said dispersion detection means between gas columns is the control unit of the internal combustion engine according to claim 10 characterized by detecting said dispersion value between gas columns based on at least one of an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, rotation fluctuation, cylinder internal pressure, the ion current, and air-fuel ratios.

[Claim 12]

The control unit of the internal combustion engine according to claim 10 or 11 characterized by having a controlled-variable limit means to restrict the adjustable range of the controlled variable of said intake valve when the dispersion value between gas columns detected with said dispersion detection means between gas columns is beyond a predetermined value.

[Claim 13]

Said controlled-variable limit means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 12 characterized by fixing the controlled variable of said intake valve to a predetermined value when the dispersion value between gas columns detected with said dispersion detection means between gas columns is beyond a predetermined value.

[Claim 14]

The control unit of the internal combustion engine according to claim 10 to 13 characterized by having an abnormality judging means to judge the existence of the abnormalities of the component part of an inhalation air content control system by whether the opening of said throttle valve is below a predetermined abnormality decision value.

[Claim 15]

Said inhalation air content control means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 14 characterized by performing inhalation air content control at the time of the abnormalities which fix the controlled variable of said intake valve and control an inhalation air content by control of the opening of said throttle valve when said abnormality judging means detects abnormalities.

[Claim 16]

Said abnormality judging means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 6 characterized by judging with said adjustable inhalation-of-air valve mechanism being unusual when the dispersion value between gas columns detected with said dispersion detection means between gas columns during activation of inhalation air content control at the time of said abnormalities is smaller than a predetermined value.

[Claim 17]

Said abnormality judging means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 15 or 16 characterized by to judge whether said adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally, and to judge with component parts other than said adjustable inhalation-of-air valve mechanism being unusual if judged with operating normally when the dispersion value between gas columns detected with said dispersion detection means between gas columns during activation of inhalation air content control at the time of said abnormalities has turned into beyond the predetermined value.

[Claim 18]

Said abnormality judging means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 17 characterized by measuring and judging the output of a sensor and the controlled variable of this intake valve which detect said inhalation-of-air valve position for whether said adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally.

[Claim 19]

It has a study means to learn the controlled variable of said intake valve set up by said inhalation air content control means, and/or the controlled variable of said throttle valve,
Said inhalation air content control means is the control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 18 characterized by setting up the following controlled variable based on the controlled variable learned with said study means.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates an inhalation air content to the control unit of the internal combustion engine having a controllable adjustable inhalation-of-air valve mechanism by carrying out adjustable [of the controlled variable of an internal combustion engine's intake valve].

[0002]

[Description of the Prior Art]

In recent years, in the internal combustion engine carried in a car, the adjustable inhalation-of-air valve mechanism which carries out adjustable [of the bulb controlled variables, such as the amount of lifts of an intake valve and a closing motion stage,] is formed, and there is a thing which enabled it to control an inhalation air content by carrying out adjustable [of the bulb controlled variable of an intake valve] according to accelerator opening, an engine operation condition, etc. Since the inhalation air content control by this adjustable inhalation-of-air valve control can lessen an inhalation air content, without extracting an inhalation-of-air path by the throttle valve by making small the amount of lifts and valve-opening period of an intake valve, it has the advantage which can reduce a pumping loss and can raise fuel consumption.

[0003]

Although the pressure of the inhalation air of the throttle-valve downstream becomes negative pressure considerably in the inhalation air content control by the conventional general throttle-valve control in order to make opening of a throttle valve small and to lessen an inhalation air content at the time of low loading In the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control Where a throttle valve is opened greatly, in order to carry out adjustable [of the amount of lifts or valve-opening period of an intake valve] and to control the restoration air content in a cylinder, Low loading and a heavy load are not asked, but the pressure of the inhalation air of the throttle-valve downstream is mostly maintained at atmospheric pressure, and the air of atmospheric pressure comes to be mostly inhaled in a cylinder from a suction port also in the time of low loading. For this reason, in the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, the flow of the air which flows a suction port at the time of low loading becomes loose as compared with the inhalation air content control by throttle-valve control, and there is an inclination for the flowability of gaseous mixture to fall in the evaporation property of the fuel (wet fuel) adhering to the wall surface of a suction port etc. or a cylinder. And in order to carry out the tooth lead angle of the clausilium timing of an intake valve so that valve-opening time amount of an intake valve may be made shorter than an inhalation-of-air bottom dead point at the time of low loading, a piston descends also after the clausilium of an intake valve, gaseous mixture expands and there is an inclination which carries out a temperature fall in a cylinder. From these reasons, by the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, a combustion condition gets worse at the time of low loading, and it may have a bad influence on drivability or exhaust air emission.

[0004]

As this cure, as shown in the patent reference 1 (JP,2001-159341,A) At the time of the specific service condition (for example, idle operation and low load driving at the time of a cold machine) to

which a combustion condition may get worse if inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is performed. The inhalation air content control mode is switched to the inhalation air content control by throttle-valve control from the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control. Aggravation of a combustion condition is prevented by controlling an inhalation air content by throttle-valve control, where the amount of lifts and valve-opening period of an intake valve are fixed to maximum. At the time of usual service conditions other than a specific service condition, there are some which were made to perform inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control.

[0005]

[Patent reference 1]

JP,2001-159341,A (the 2nd page etc.)

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

By the way, the service condition to which a combustion condition will get worse if inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is performed may change with change of the environments (temperature, humidity, atmospheric pressure, etc.) which surround a car etc. However, by the approach of the above-mentioned patent reference 1, at the time of the specific service condition set up beforehand, in order to always switch to the inhalation air content control by throttle-valve control, the service condition to which a combustion condition does not get worse in fact by an environmental variation etc. may also be switched to the inhalation air content control by throttle-valve control, and there is a fault that the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is fully unutilizable.

[0007]

Moreover, in the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, since the amount of lifts of an intake valve becomes small at the time of low loading, there is an inclination for the rate of dispersion in the amount of real lifts (dispersion by the components tolerance and the tolerance with a group of each gas column) to the amount of target lifts to become large in each gas column, and for inhalation air content dispersion between gas columns to become large. For this reason, in response to the effect of inhalation air content dispersion between gas columns, torque dispersion and air-fuel ratio dispersion between gas columns may become large at the time of low loading, and drivability and exhaust air emission may get worse. It is possible also to this problem to switch to the inhalation air content control by throttle-valve control at the time of low loading.

[0008]

However, since there are individual difference and aging in dispersion in the amount of real lifts, inhalation air content dispersion between gas columns does not necessarily surely become large at the time of the low loading of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control. If it always switches to the inhalation air content control by throttle-valve control, even when the bad influence by inhalation air content dispersion between gas columns will not occur in fact, it will become impossible therefore, to switch to the inhalation air content control by throttle-valve control, and to fully utilize the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control at the time of low loading.

[0009]

It is increasing the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, while this invention's is made in consideration of these situations and the 1st purpose's secures combustion stability, and the 2nd purpose is increasing the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, making small inhalation air content dispersion between gas columns.

[0010]

[Means for Solving the Problem]

In order to attain the 1st purpose of the above, the control unit of the internal combustion engine of claim 1 of this invention detects an internal combustion engine's combustion instability with a combustion instability detection means, controls the controlled variable of an intake valve, and/or the controlled variable of a throttle valve by the inhalation air content control means based on the

combustion instability, and controls an inhalation air content.

[0011]

If it does in this way, since the controlled variable of an intake valve and the controlled variable of a throttle valve are controllable according to the actually detected combustion instability, when a combustion condition is in an aggravation inclination When the controlled variable of an intake valve and the controlled variable of a throttle valve are controlled in the direction (direction which makes combustion instability small) which stabilizes a combustion condition and the combustion condition is stable The controlled variable of an intake valve and the controlled variable of a throttle valve are controllable in the direction to which the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is made to increase. While this prevents aggravation of the combustion condition generated by inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, the effectiveness of the pumping loss reduction obtained by the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control and the improvement in fuel consumption can be increased.

[0012]

In this case, it is good like claim 2 to detect combustion instability based on at least one of rotation fluctuation, cylinder internal pressure, and the ion currents. Since rotation fluctuation, cylinder internal pressure, and the ion current change according to the combustion condition of each gas column, if the ion current detected through cylinder internal pressure, an ignition plug, etc. which were detected by the rotation fluctuation detected based on the output signal of a crank angle sensor, a cylinder internal pressure sensor, etc. is supervised, combustion instability is detectable with a sufficient precision.

[0013]

by the way, when changing in the direction (direction where combustion instability becomes large) in which a combustion condition gets worse, the inhalation air content control by this invention Although combustion instability is usually small in order to control the controlled variable of an intake valve, and the controlled variable of a throttle valve in the direction (direction which makes combustion instability small) which stabilizes a combustion condition After the combustion condition has got worse to some extent by the service condition etc. (condition to which combustion instability became to some extent large), if the controlled variable of an intake valve is changed a lot, a combustion condition may get worse increasingly.

[0014]

So, when the combustion instability detected with the combustion instability detection means is beyond a predetermined value, you may make it a controlled-variable limit means restrict the adjustable range of the controlled variable of an intake valve like claim 3. If it does in this way, after the combustion condition has got worse to some extent (condition to which combustion instability became to some extent large), the controlled variable of an intake valve can be changed by force, vicious circle of worsening a combustion condition can be avoided increasingly, and combustion stability can be secured.

[0015]

In this case, although it may be made to carry out guard processing of the controlled variable of an intake valve with a predetermined guard value or you may make it narrow the adjustable range of the controlled variable of an intake valve as a means to restrict the adjustable range of the controlled variable of an intake valve, for example when combustion instability is beyond a predetermined value, it is good for a predetermined value as for a method of ***** in the controlled variable of an intake valve like claim 4. If it does in this way, there is an advantage to which data processing which sets up the controlled variable of an intake valve becomes easy.

[0016]

By the way, it is in the condition which opened the throttle valve greatly in order to reduce a pumping loss and to raise fuel consumption during the usual operation, and in order to carry out adjustable [of the controlled variable (the amount of lifts, and valve-opening period) of an intake valve] and to control an inhalation air content, the opening of a throttle valve is in the condition of having opened greatly. Therefore, if the opening of a throttle valve is small, it will be expected that a certain abnormalities have occurred in the component part of an inhalation air content control

system.

[0017]

The opening of a throttle valve judges whether it is below a predetermined abnormality decision value, and you may make it judge the existence of the abnormalities of the component part of an inhalation air content control system with an abnormality judging means like claim 5 from such a viewpoint. It can realize without adding new sensors for the function to diagnose the abnormalities of the component part of an inhalation air content control system, if it does in this way.

[0018]

In this case, like claim 6, when an abnormality judging means detects abnormalities, it may be made to perform inhalation air content control at the time of the abnormalities which fix the controlled variable of an intake valve and control an inhalation air content by control of the opening of a throttle valve. That is, since it is thought that the drive system and control system of a throttle valve have less possibility of failure than an adjustable inhalation-of-air valve mechanism, possibility that an inhalation air content will be controllable with a sufficient precision is higher than the case where the direction which controlled the inhalation air content by throttle control at the time of malfunction detection controls an inhalation air content by the adjustable valve control.

[0019]

under the present circumstances, when the combustion instability detected with the combustion instability detection means during activation of inhalation air content control is smaller than a predetermined value like claim 7 at the time of abnormalities, you may make it judge with the abnormalities of an adjustable inhalation-of-air valve mechanism. In order to control an inhalation air content by throttle control, that combustion instability becomes small by inhalation air content control (throttle control) at the time of abnormalities means that mean that the stable combustion condition is acquired by the inhalation air content control by throttle control, as a result an inhalation air content is controlled by throttle control with a sufficient precision (are normal in the drive system and the control system of a throttle valve) during activation of inhalation air content control at the time of abnormalities. Therefore, if combustion instability becomes small during activation of inhalation air content control at the time of abnormalities, it can judge with an adjustable inhalation-of-air valve mechanism being unusual.

[0020]

moreover, it judges whether the adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally, and as long as it is judged with operating normally, you may make it judge with the abnormalities of component parts other than an adjustable inhalation-of-air valve mechanism like claim 8 at the time of abnormalities, when the combustion instability detected with the combustion instability detection means during activation of inhalation air content control has become beyond a predetermined value. That is, inhalation air content control according [saying / that combustion instability becomes large during activation of inhalation air content control] to throttle control also means that it meant that a combustion condition did not become good and the drive system and the control system of a throttle valve may be out of order at the time of abnormalities. In this case, since both the drive system and the control system of a throttle valve, and the adjustable inhalation-of-air valve mechanism may be out of order, it judges whether the adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally, and if judged with operating normally, it can judge with component parts other than an adjustable inhalation-of-air valve mechanism (the drive system and control system of a throttle valve) being unusual. Thereby, the abnormalities of an adjustable inhalation-of-air valve mechanism and the abnormalities of the other component part can be distinguished and judged.

[0021]

Under the present circumstances, it is good to measure the output of a sensor and the controlled variable of this intake valve which detect an inhalation-of-air valve position for whether the adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally like claim 9, and to make it judge. If it does in this way, it can judge correctly whether the adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally.

[0022]

Moreover, in order to attain said 2nd purpose, the dispersion detection means between gas columns detects the dispersion value between gas columns showing inhalation air content dispersion between

an internal combustion engine's gas columns like claim 10, the controlled variable of an intake valve and/or the controlled variable of a throttle valve are controlled by the inhalation air content control means based on the dispersion value between gas columns, and you may make it control an inhalation air content.

[0023]

If it does in this way, since the controlled variable of an intake valve and the controlled variable of a throttle valve are controllable according to the actually detected dispersion value between gas columns, when the dispersion value between gas columns is large The controlled variable of an intake valve and the controlled variable of a throttle valve are controlled in the direction which makes small inhalation air content dispersion between gas columns. When the dispersion value between gas columns is small The controlled variable of an intake valve and the controlled variable of a throttle valve are controllable in the direction to which the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is made to increase. The effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control can be increased making small inhalation air content dispersion between the gas columns generated by inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control by this.

[0024]

In this case, it is good like claim 11 to detect the dispersion value between gas columns based on at least one of an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, rotation fluctuation, cylinder internal pressure, the ion current, and air-fuel ratios. Since the pressure-of-induction-pipe force detected by the inhalation air content detected with the air flow meter etc., the pressure-of-induction-pipe force sensor, etc. corresponds and changes like the inhalation-of-air line of each gas column, if an inhalation air content and the pressure-of-induction-pipe force are supervised, it can detect the dispersion value between gas columns reflecting inhalation air content dispersion between gas columns. Moreover, since the air-fuel ratio of each gas column changes according to the inhalation air content of each gas column, if the air-fuel ratio detected by the air-fuel ratio sensor etc. is supervised, the dispersion value between gas columns reflecting inhalation air content dispersion between gas columns is detectable. Moreover, since the combustion condition of each gas column changes according to the inhalation air content of each gas column and rotation fluctuation, cylinder internal pressure, and the ion current change according to the combustion condition, if rotation fluctuation, cylinder internal pressure, and the ion current are supervised, the dispersion value between gas columns reflecting inhalation air content dispersion between gas columns is detectable.

[0025]

By the way, the inhalation air content control using the dispersion value between gas columns When changing in the direction in which inhalation air content dispersion between gas columns (dispersion value between gas columns) becomes large Although inhalation air content dispersion between gas columns (dispersion value between gas columns) is small during the usual operation in order to control the controlled variable of an intake valve, and the controlled variable of a throttle valve in the direction which makes small inhalation air content dispersion between gas columns (dispersion value between gas columns) After inhalation air content dispersion between gas columns (dispersion value between gas columns) has become to some extent large by the service condition etc., if the controlled variable of an intake valve is changed a lot, inhalation air content dispersion between gas columns (dispersion value between gas columns) may become still larger.

[0026]

So, when the dispersion value between gas columns detected with the dispersion detection means between gas columns is beyond a predetermined value, you may make it a controlled-variable limit means restrict the adjustable range of the controlled variable of an intake valve like claim 12. If it does in this way, after inhalation air content dispersion between gas columns (dispersion value between gas columns) has become to some extent large, the controlled variable of an intake valve can be changed by force, and vicious circle of enlarging inhalation air content dispersion between gas columns (dispersion value between gas columns) can be avoided increasingly.

[0027]

In this case, although it may be made to carry out guard processing of the controlled variable of an intake valve with a predetermined guard value or you may make it narrow the adjustable range of the

controlled variable of an intake valve as a means to restrict the adjustable range of the controlled variable of an intake valve, for example when the dispersion value between gas columns is beyond a predetermined value, it is good for a predetermined value as for a method of ***** in the controlled variable of an intake valve like claim 13. If it does in this way, there is an advantage to which data processing which sets up the controlled variable of an intake valve becomes easy.

[0028]

Moreover, the opening of a throttle valve judges whether it is below a predetermined abnormality decision value, and you may make it judge the existence of the abnormalities of the component part of an inhalation air content control system with an abnormality judging means like claim 14.

Usually, it is in the condition which opened the throttle valve greatly in order to reduce a pumping loss and to raise fuel consumption, and since adjustable [of the controlled variable of an intake valve] is carried out and an inhalation air content is controlled, the opening of a throttle valve is below a predetermined abnormality decision value, and can judge easily the existence of the abnormalities of the component part of an inhalation air content control system.

[0029]

In this case, like claim 15, when an abnormality judging means detects abnormalities, it may be made to perform inhalation air content control at the time of the abnormalities which fix the controlled variable of an intake valve and control an inhalation air content by control of the opening of a throttle valve. Thus, possibility that an inhalation air content will be controllable with a sufficient precision is higher than the case where the direction which controlled the inhalation air content by throttle control at the time of malfunction detection controls an inhalation air content by the adjustable valve control.

[0030]

under the present circumstances, when the dispersion value between gas columns detected with the dispersion detection means between gas columns during activation of inhalation air content control is smaller than a predetermined value like claim 16 at the time of abnormalities, you may make it judge with the abnormalities of an adjustable inhalation-of-air valve mechanism At the time of abnormalities, in order to control an inhalation air content by throttle control during activation of inhalation air content control, that the dispersion value between gas columns becomes small by inhalation air content control (throttle control) at the time of abnormalities means that the inhalation air content of each gas column is controlled by throttle control with a sufficient precision (the drive system and control system of a throttle valve be normal). Therefore, at the time of abnormalities, during activation of inhalation air content control, if the dispersion value between gas columns becomes small, it can judge with an adjustable inhalation-of-air valve mechanism being unusual.

[0031]

moreover, it judges whether the adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally, and as long as it is judged with operating normally, you may make it judge with the abnormalities of component parts other than an adjustable inhalation-of-air valve mechanism like claim 17 at the time of abnormalities, when the dispersion value between gas columns detected with the dispersion detection means between gas columns during activation of inhalation air content control has turned into beyond the predetermined value That is, at the time of abnormalities, that the dispersion value between gas columns becomes large during activation of inhalation air content control means that inhalation air content dispersion between gas columns does not become small by inhalation air content control by throttle control, either, and it means that the drive system and the control system of a throttle valve may be out of order. In this case, since both the drive system and the control system of a throttle valve, and the adjustable inhalation-of-air valve mechanism may be out of order, it judges whether the adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally, and if judged with operating normally, it can judge with component parts other than an adjustable inhalation-of-air valve mechanism (the drive system and control system of a throttle valve) being unusual.

[0032]

Under the present circumstances, it is good to measure the output of a sensor and the controlled variable of this intake valve which detect an inhalation-of-air valve position for whether the adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally like claim 18, and to make it

judge. If it does in this way, it can judge correctly whether the adjustable inhalation-of-air valve mechanism is operating normally.

[0033]

Moreover, the controlled variable of the intake valve set up by the inhalation air content control means and/or the controlled variable of a throttle valve are learned with a study means like claim 19, and you may make it an inhalation air content control means set up this controlled variable based on the controlled variable learned with the study means. If it does in this way, the controlled variable of an intake valve and the controlled variable of a throttle valve can be promptly controlled to a proper value, without being influenced of manufacture dispersion of a control system, aging, etc.

[0034]

[Embodiment of the Invention]

<<operation gestalt (1) >>

Hereafter, the operation gestalt (1) of this invention is explained based on drawing 1 thru/or drawing 5. First, based on drawing 1, the outline configuration of the whole engine control system is explained. An air cleaner 13 is formed in the maximum upstream section of the inlet pipe 12 of the engine 11 which is an internal combustion engine, and the air flow meter 14 which detects an inhalation air content to the downstream of this air cleaner 13 is formed in it. The throttle valve 15 by which opening accommodation is carried out with a DC motor etc., and the throttle opening sensor 16 which detects throttle opening are formed in the downstream of this air flow meter 14.

[0035]

Furthermore, a surge tank 17 is formed in the downstream of a throttle valve 15, and the pressure-of-induction-pipe force sensor 18 which detects the pressure-of-induction-pipe force to this surge tank 17 is formed in it. Moreover, the inlet manifold 19 which introduces air into each gas column of an engine 11 is formed in a surge tank 17, and the fuel injection valve 20 which injects a fuel, respectively is attached in it near the suction port of the inlet manifold 19 of each gas column. Moreover, an ignition plug 21 is attached in the cylinder head of an engine 11 for every gas column, and it is lit by the spark discharge of each point fire plug 21 by the gaseous mixture in a cylinder.

[0036]

Moreover, the adjustable valve-lift devices 30 and 31 which carry out adjustable [of the amount of valve lifts], respectively are formed in the intake valve 28 and the exhaust air bulb 29 of an engine 11. Furthermore, you may make it establish the adjustable valve timing device which carries out adjustable [of the valve timing (closing motion timing)] to an intake valve 28 and the exhaust air bulb 29, respectively. In addition, you may make it prepare only an adjustable valve timing device in the exhaust air bulb 29, without establishing the adjustable valve-lift device 31.

[0037]

On the other hand, the catalysts 23, such as a three way component catalyst which purifies CO, HC, NOx, etc. in an exhaust gas, are formed in the exhaust pipe 22 of an engine 11, and the air-fuel ratio sensor 24 which detects the air-fuel ratio of an exhaust gas to the upstream of this catalyst 23 is formed in it. Moreover, whenever the coolant temperature sensor 25 which detects cooling water temperature, and the crankshaft of an engine 11 carry out fixed crank angle (for example, 30degree-CA) rotation, the crank angle sensor 26 which outputs a pulse signal is attached in the cylinder block of an engine 11. A crank angle and an engine speed are detected based on the output signal of this crank angle sensor 26.

[0038]

The output of these various sensors is inputted into the engine control circuit (it is written as "ECU" below) 27. This ECU27 is performing various kinds of engine control programs which were constituted as a subject and memorized by built-in ROM (storage) in the microcomputer, and controls the fuel oil consumption of a fuel injection valve 20, and the ignition timing of an ignition plug 21 according to an engine operation condition.

[0039]

Next, based on drawing 2, the configuration of the adjustable valve-lift device (adjustable inhalation-of-air valve-lift device) 30 of an intake valve 28 is explained. In addition, since the adjustable valve-lift device (adjustable exhaust air valve-lift device) 31 of the exhaust air bulb 29 is the same configuration as substantially as the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30, it

omits explanation.

[0040]

As shown in drawing 2, the link arm 34 is formed between the cam shaft 32 for driving an intake valve 28, and a rocker arm 33, and the control shaft 35 by which a rotation drive is carried out by the motors 41, such as a stepping motor, is formed above this link arm 34. An eccentric cam 36 is formed in a control shaft 35 rotatable in one, and the link arm 34 is supported rockable through the support shaft (not shown) by the location which carried out eccentricity to the axial center of this eccentric cam 36. The rocking cam 38 was formed in the center section of this link arm 34, and the side face of this rocking cam 38 is in contact with the peripheral face of the cam 37 prepared in the cam shaft 32. Moreover, the press cam 39 was formed in the lower limit section of the link arm 34, and the lower limit side of this press cam 39 is in contact with the upper limit side of a roller 40 established in the center section of the rocker arm 33.

[0041]

Thereby, if a cam 37 rotates by rotation of a cam shaft 32, the peripheral face configuration of the cam 37 will be followed, the rocking cam 38 of the link arm 34 will move to right and left, and the link arm 34 will rock right and left. If the link arm 34 rocks right and left, in order that the press cam 39 may move to right and left, according to the lower limit side configuration of the press cam 39, the roller 40 of a rocker arm 33 moves up and down, and a rocker arm 33 rocks up and down. The inhalation-of-air bubble 28 moves up and down by vertical movement of this rocker arm 33.

[0042]

On the other hand, if an eccentric cam 36 rotates by rotation of a control shaft 35, the location of the support shaft of the link arm 34 will move, and the point-of-contact location in early stages of the press cam 39 of the link arm 34 and the roller 40 of a rocker arm 33 will change. Moreover, press curved-surface 39b is formed with the curvature [like] to which the amount of press of a rocker arm 33 becomes large (the amount of valve lifts of an intake valve 28 becomes large) as base curved-surface 39a is formed with curvature from which the amount of press of a rocker arm 33 becomes a left-hand side part with 0 (the amount of valve lifts of an intake valve 28 is 0) and the lower limit side of the press cam 39 of the link arm 34 goes to the method of the right from this base curved-surface 39a.

[0043]

The method of the right is made to move the point-of-contact location in early stages of the press cam 39 of the link arm 34, and the roller 40 of a rocker arm 33 by rotation of a control shaft 35 in the case of the high lift mode which enlarges the amount of valve lifts of an intake valve 28. While the amount of the maximum press of a rocker arm 33 becomes large and the amount of the maximum valve lifts of an intake valve 28 becomes large by this in order that the section which contacts a roller 40 among the lower limit sides of the press cam 39 may move to the method of the right when the press cam 39 moves to right and left by rotation of a cam 37, the period when a rocker arm 33 is pressed becomes long, and the valve-opening period of the inhalation-of-air bubble 28 becomes long.

[0044]

On the other hand, a left is made to move the point-of-contact location in early stages of the press cam 39 of the link arm 34, and the roller 40 of a rocker arm 33 by rotation of a control shaft 35 in the case of the low lift mode which makes small the amount of valve lifts of an intake valve 28. While the amount of the maximum press of a rocker arm 33 becomes small and the amount of the maximum valve lifts of an intake valve 28 becomes small by this in order that the section which contacts a roller 40 among the lower limit sides of the press cam 39 may move to a left when the press cam 39 moves to right and left by rotation of a cam 37, the period when a rocker arm 33 is pressed becomes short, and the valve-opening period of the inhalation-of-air bubble 28 becomes short.

[0045]

By the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 in which it explained above, if a control shaft 35 is rotated by the motor 41 and the point-of-contact location in early stages of the press cam 39 of the link arm 34 and the roller 40 of a rocker arm 33 is moved continuously, it can carry out adjustable [of the amount of the maximum valve lifts and valve-opening period (only henceforth

"the amount of valve lifts") of an intake valve 28 of all gas columns] continuously collectively.

[0046]

ECU27 controls the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 according to the target intake air flow set up based on accelerator opening etc., carries out adjustable [of the amount of valve lifts of an intake valve 28] continuously, and controls an inhalation air content. In addition, adjustable [of both valve timing] is continuously carried out to the amount of valve lifts, and you may make it control an inhalation air content in the case of the system which used together the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 and the adjustable inhalation-of-air valve timing device.

[0047]

Although it is effective in reducing a pumping loss and raising fuel consumption in the inhalation air content control by such adjustable inhalation-of-air valve control as mentioned above, a combustion condition gets worse at the time of the low loading which makes the amount of valve lifts small, and it may have a bad influence on drivability or exhaust air emission.

[0048]

Then, ECU27 detects combustion instability based on rotation fluctuation etc., it is performing the inhalation air content control program shown in drawing 3 memorized by ROM, the combustion instability is larger than a predetermined decision value, and when a combustion condition is in an aggravation inclination, it amends the amount of valve lifts, and throttle opening in the direction which stabilizes a combustion condition. On the other hand, below with a decision value predetermined in combustion instability, when the combustion condition is stable, the amount of valve lifts and throttle opening are amended in the direction to which the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is made to increase. Hereafter, the contents of processing of the inhalation air content control program of drawing 3 which ECU27 performs are explained.

[0049]

The inhalation air content control program shown in drawing 3 is performed a predetermined period after ON of an ignition switch (not shown), and plays a role of an inhalation air content control means as used in the field of a claim. Starting of this program judges whether warming up of an engine 11 was first completed at step 101 by whether the cooling water temperature detected with the coolant temperature sensor 25 is higher than the predetermined warming-up judging water temperature T0 (for example, 80 degrees C).

[0050]

At this step 101, when judged with warming-up completion before, it progresses to step 102 and inhalation air content control by throttle-valve control is performed. In this case, where the amount of valve lifts of an intake valve 28 (the amount of the maximum valve lifts and valve-opening period) is fixed to maximum, adjustable [only of the throttle opening] is carried out and an inhalation air content is controlled.

[0051]

Then, at step 101, if judged with the warming-up completion back, it will progress to step 103, the map of the throttle opening study value GTA shown in drawing 4 (a) will be searched, the throttle opening study value GTA of a operating range corresponding to the present operational status (an engine speed NE and target intake air flow GNtg) will be read, and it will be set up as throttle opening TA.

TA=GTA

[0052]

The map of drawing 4 (a) is classified into two or more operating range which makes a parameter an engine speed NE and target intake air flow GNtg, and the throttle opening study value GTA is memorized for every operating range, respectively.

[0053]

Then, it progresses to step 104, the map of the valve-lift study value GVL shown in drawing 4 (b) is searched, the valve-lift study value GVL of a operating range corresponding to the present operational status (an engine speed NE and target intake air flow GNtg) is read, and it is set up as an amount VL of valve lifts.

VL=GVL

[0054]

The map of drawing 4 (b) is classified into two or more operating range which makes a parameter an engine speed NE and target intake air flow GNtg, and the valve-lift study value GVL is memorized for every operating range, respectively.

[0055]

Then, it progresses to step 105 and combustion instability is computed. Paying attention to the relation that the value of rotation fluctuation changes according to the combustion condition of each gas column, combustion instability is computed as follows at this step 105 based on rotation fluctuation. First, the time amount T30 taken for a crankshaft to carry out predetermined crank angle (for example, 30degree-CA) rotation based on the output signal of the crank angle sensor 26 is computed, and rotation fluctuation deltaNE of each gas column is computed based on the difference of the maximum of T30, and the minimum value for every period which corresponds like the combustion line of each gas column. And the dispersion degree (for example, standard deviation) of rotation fluctuation deltaNE of each gas column is computed, and let it be combustion instability. Processing of this step 105 plays a role of a combustion instability detection means as used in the field of a claim.

[0056]

In addition, since cylinder internal pressure and the ion current also change according to the combustion condition of each gas column, you may make it compute combustion instability based on cylinder internal pressure or the ion current at step 105.

[0057]

When computing combustion instability based on cylinder internal pressure, a cylinder internal pressure sensor (not shown) is formed in each gas column, respectively, and cylinder internal pressure characteristic values (for example, the peak value of cylinder internal pressure, the average, area, the cylinder internal pressure detection value of a predetermined crank angle, etc.) are computed based on the cylinder internal pressure (refer to drawing 5) which corresponds like the combustion line of each gas column and which was detected by the cylinder internal pressure sensor of each gas column for every period. And the dispersion degree (for example, standard deviation) of the cylinder internal pressure characteristic value of each gas column is computed, and it considers as combustion instability.

[0058]

On the other hand, when computing combustion instability based on the ion current, based on the ion current which corresponds like the combustion line of each gas column and which was detected through the ignition plug 21 of each gas column for every period, ion current characteristic values (peak value, the average, area, ion current detection value of a predetermined crank angle, etc.) are computed, the dispersion degree (for example, standard deviation) of the ion current characteristic value of each gas column is computed, and it considers as combustion instability.

Moreover, you may make it compute combustion instability or more based on two of rotation fluctuation, cylinder internal pressure, and the ion currents.

[0059]

after calculation of combustion instability, and step 106 -- progressing -- combustion instability -- predetermined decision value Krough comparing -- combustion instability -- decision value Krough if large, in order for a combustion condition to judge that it is in an aggravation inclination, to progress to step 107 and to stabilize a combustion condition -- a degree type -- the amount VL of valve lifts -- the specified quantity kVL1 only -- increase-in-quantity amendment is carried out.

$VL=VL+kVL1$

[0060]

on the other hand, the step 106 -- combustion instability -- decision value Krough when judged with it being the following, in order to judge that the combustion condition is stable, to progress to step 108 and to make the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control increase -- a degree type -- the amount VL of valve lifts -- the specified quantity kVL2 only -- loss-in-quantity amendment is carried out.

$VL=VL-kVL2$

[0061]

After increase-in-quantity-amending or loss-in-quantity amending the amount VL of valve lifts by the above-mentioned step 107 or 108, the throttle opening TA is loss-in-quantity-amended or increase-in-quantity amended so that change (change of the inhalation air content GN) of the engine speed NE by amendment of the amount VL of valve lifts may be suppressed by processing of the following steps 109-111.

[0062]

first -- if an engine speed NE is higher than the target rotational speed NEtg in an engine speed NE at step 109 as compared with the target rotational speed NEtg -- step 110 -- progressing -- a degree type -- the throttle opening TA -- the specified quantity kTA1 only -- loss-in-quantity amendment is carried out.

$TA = TA - kTA1$

[0063]

on the other hand -- the case where it is judged with an engine speed NE being below the target rotational speed NEtg -- step 111 -- progressing -- a degree type -- the throttle opening TA -- the specified quantity kTA2 only -- increase-in-quantity amendment is carried out.

$TA = TA + kTA2$

[0064]

In addition, you may make it judge whether there are more inhalation air contents GN than target intake air flow GNtg at the above-mentioned step 109. Generally greater importance is attached than to an output torque to the stability of an engine speed NE at the time of idle operation. Moreover, at the time of usual operations other than idle operation Since greater importance is attached than to the stability of an engine speed NE to an output torque (inhalation air content GN), at the time of idle operation At the above-mentioned step 109, it judges whether an engine speed NE is higher than the target rotational speed NEtg, and you may make it judge whether there are more inhalation air contents GN than target intake air flow GNtg at the above-mentioned step 109 at the time of usual operations other than idle operation.

[0065]

After loss-in-quantity-amending or increase-in-quantity amending the throttle opening TA by the above-mentioned step 110 or 111, it progresses to step 112 and updates by the throttle opening TA after amending the throttle opening study value GTA of the operating range read at the above-mentioned step 103.

$GTA = TA$

[0066]

Then, it progresses to step 113 and updates in the amount VL of valve lifts after amending the valve-lift study value GVL of the operating range read at the above-mentioned step 104.

$GVL = VL$

Processing of these steps 112 and 113 plays a role of a study means as used in the field of a claim.

[0067]

According to this operation gestalt (1) explained above, combustion instability is detected based on rotation fluctuation etc. The combustion instability is a decision value Krough. When it is large and a combustion condition is in an aggravation inclination Increase-in-quantity amendment of the amount VL of valve lifts is carried out so that a combustion condition may be stabilized, and combustion instability is a decision value Krough. Below, when the combustion condition is stable, loss-in-quantity amendment of the amount VL of valve lifts is carried out so that the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control may be made to increase. Furthermore, the throttle opening TA is loss-in-quantity-amended or increase-in-quantity amended so that change (change of the inhalation air content GN) of the engine speed NE by amendment of the amount VL of valve lifts may be suppressed. The improvement effectiveness in fuel consumption of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control can be increased this preventing aggravation of the combustion condition generated by inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, and raising drivability and exhaust air emission.

[0068]

Moreover, the amount VL of valve lifts set up with this operation gestalt (1) based on combustion

instability The throttle opening TA is memorized as the valve-lift study value GVL and a throttle opening study value GTA. Since these valve-lift study values GVL and the throttle opening study value GTA are amended and the following amount VL of valve lifts and the throttle opening TA were set up The amount VL of valve lifts and the throttle opening TA can be promptly controlled to a proper value, without being influenced of manufacture dispersion of a control system, aging, etc. [0069]

<<operation gestalt (2) >>

Next, the operation gestalt (2) of this invention is explained using drawing 6 and drawing 7.

In the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, at the time of the low loading which makes the amount of valve lifts small, inhalation air content dispersion between gas columns becomes large, torque dispersion and air-fuel ratio dispersion between gas columns become large, and there is concern to which drivability and exhaust air emission get worse. [0070]

Then, with this operation gestalt (2), the dispersion value between gas columns showing inhalation air content dispersion between gas columns is detected by performing the inhalation air content control program shown in drawing 6, and when the dispersion value between gas columns is larger than a predetermined decision value, the amount of valve lifts and throttle opening are amended in the direction which makes dispersion between gas columns small. On the other hand, when the dispersion value between gas columns is below a predetermined decision value, the amount of valve lifts and throttle opening are amended in the direction to which the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is made to increase. [0071]

The program of drawing 6 changes into processing of steps 105a and 106a processing of steps 105 and 106 of the program of drawing 3 explained with said operation gestalt (1), and the other processing is the same as drawing 3. [0072]

If the inhalation air content control program of drawing 6 is started, while reading the throttle opening study value GTA of a operating range corresponding to the present operational status and setting it up as throttle opening TA after warming-up completion at steps 101-104, the valve-lift study value GVL of a operating range corresponding to the present operational status is read, and it is set up as an amount VL of valve lifts. [0073]

Then, it progresses to step 105a and the dispersion value between gas columns showing inhalation air content dispersion between gas columns is computed. Since it corresponds to drawing 7 like the inhalation-of-air line of each gas column in the inlet pipe 12 of an engine 11 so that it may be shown, and inhalation-of-air pulsation occurs, the wave of the pressure-of-induction-pipe force detected by the pressure-of-induction-pipe force sensor 18 turns into the pulsating wave which corresponded like the inhalation-of-air line of each gas column, i.e., the pulsating wave reflecting the inhalation air content of each gas column. [0074]

So, in this step 105a, the dispersion value between gas columns is computed based on the pressure-of-induction-pipe force detected by the pressure-of-induction-pipe force sensor 18. In this case, based on the pressure-of-induction-pipe force which corresponds like the inhalation-of-air line of each gas column and which was detected by the pressure-of-induction-pipe force sensor 18 for every period, pressure-of-induction-pipe force characteristic values (the minimal value, the maximal value, the average, amplitude value, area, locus length, etc.) are computed. And the dispersion degree (for example, standard deviation) of the pressure-of-induction-pipe force characteristic value of each gas column is computed, and let it be a dispersion value between gas columns. Processing of this step 105a plays a role of a dispersion detection means between gas columns as used in the field of a claim. [0075]

In addition, since the wave of the inhalation air content detected with the air flow meter 14 also turns into the pulsating wave which corresponded like the inhalation-of-air line of each gas column, i.e., the pulsating wave reflecting the inhalation air content of each gas column, when the air flow meter

14 which can also detect the back flow of inhalation air is used, you may make it compute the dispersion value between gas columns based on the inhalation air content detected with the air flow meter 14. In this case, based on the inhalation air content which corresponds like the inhalation-of-air line of each gas column and which was detected with the air flow meter 14 for every period, inhalation air content characteristic values (the minimal value, the maximal value, the average, amplitude value, area, locus length, etc.) are computed, the dispersion degree (for example, standard deviation) of the inhalation air content characteristic value of each gas column is computed, and the dispersion value between gas columns is calculated.

[0076]

Or an inhalation air content sensor is formed in the inlet manifold 19 of each gas column, respectively, and you may make it compute the dispersion value between gas columns based on the inhalation air content of each gas column detected by the inhalation air content sensor of each gas column.

[0077]

Moreover, since the air-fuel ratio of the exhaust gas of each gas column changes according to the inhalation air content of each gas column, you may make it compute the dispersion value between gas columns based on the air-fuel ratio of the exhaust gas detected by the air-fuel ratio sensor 24. In this case, in consideration of the time delay of the exhaust air system taken for the exhaust gas discharged from the engine 11 to be detected by the air-fuel ratio sensor 24, based on the output signal of the air-fuel ratio sensor 24, the air-fuel ratio of each gas column is presumed, the dispersion degree (for example, standard deviation) of the presumed air-fuel ratio of each gas column is computed, and the dispersion value between gas columns is calculated.

[0078]

Or based on the air-fuel ratio which corresponds like the exhaust air line of each gas column and which was detected by the air-fuel ratio sensor 24 for every period, air-fuel ratio characteristic values (the average, area, locus length, etc.) are computed, the dispersion degree (for example, standard deviation) of the air-fuel ratio characteristic value of each gas column is computed, and you may make it calculate the dispersion value between gas columns.

[0079]

Moreover, since the combustion condition of each gas column changes according to the inhalation air content of each gas column and rotation fluctuation, cylinder internal pressure, and the ion current change according to the combustion condition, you may make it compute the dispersion value between gas columns based on rotation fluctuation, cylinder internal pressure, and the ion current.

[0080]

When computing the dispersion value between gas columns based on rotation fluctuation, based on the difference of the maximum of T30, and the minimum value, rotation fluctuation deltaNE of each gas column is computed for every period which corresponds like the combustion line of each gas column, the dispersion degree (for example, standard deviation) of rotation fluctuation deltaNE of each gas column is computed, and the dispersion value between gas columns is calculated.

[0081]

When computing the dispersion value between gas columns based on cylinder internal pressure, based on the cylinder internal pressure (refer to drawing 5) which corresponds like the combustion line of each gas column and which was detected by the cylinder internal pressure sensor of each gas column for every period, cylinder internal pressure characteristic values (peak value, the average, area, locus length, etc.) are computed, the dispersion degree (for example, standard deviation) of the cylinder internal pressure characteristic value of each gas column is computed, and it considers as the dispersion value between gas columns.

[0082]

Or you may make it compute the dispersion value between gas columns based on the cylinder internal pressure value in front of ignition in each gas column, or the cylinder internal pressure characteristic values (the average, area, locus length, etc.) of the predetermined period before ignition.

[0083]

Moreover, when computing the dispersion value between gas columns based on the ion current, based on the ion current which corresponds like the combustion line of each gas column and which was detected through the ignition plug 21 of each gas column for every period, ion current characteristic values (peak value, average, area, etc.) are computed, the dispersion degree (for example, standard deviation) of the ion current characteristic value of each gas column is computed, and the dispersion value between gas columns is calculated.

Moreover, you may make it compute the dispersion value between gas columns or more based on two of the pressure-of-induction-pipe force, an inhalation air content, an air-fuel ratio, rotation fluctuation, cylinder internal pressure, and the ion currents.

[0084]

after [calculation of the dispersion value between gas columns], and step 106a -- progressing -- the dispersion value between gas columns -- decision value Krough comparing -- the dispersion value between gas columns -- decision value Krough if large, in order to progress to step 107 and to make small inhalation air content dispersion between gas columns -- the amount VL of valve lifts -- the specified quantity kVL1 only -- increase-in-quantity amendment is carried out.

[0085]

on the other hand, step 106a -- the dispersion value between gas columns -- decision value Krough when judged with it being the following, in order to progress to step 108 and to make the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control increase -- the amount VL of valve lifts -- the specified quantity kVL2 only -- loss-in-quantity amendment is carried out.

[0086]

Then, the throttle opening TA is loss-in-quantity-amended or increase-in-quantity amended so that change (change of the inhalation air content GN) of the engine speed NE by amendment of the amount VL of valve lifts may be suppressed (steps 109-111).

[0087]

Then, while updating by the throttle opening TA after amending the throttle opening study value GTA, it updates in the amount VL of valve lifts after amending the valve-lift study value GVL (steps 112 and 113).

[0088]

With this operation gestalt (2) explained above, the dispersion value between gas columns showing inhalation air content dispersion between gas columns is detected, and the dispersion value between gas columns is a decision value Krough. When large Increase-in-quantity amendment of the amount VL of valve lifts is carried out so that inhalation air content dispersion between gas columns may be made small, and the dispersion value between gas columns is a decision value Krough. When it is the following, loss-in-quantity amendment of the amount VL of valve lifts is carried out so that the effectiveness of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control may be made to increase. Furthermore, the throttle opening TA is loss-in-quantity-amended or increase-in-quantity amended so that change (change of the inhalation air content GN) of the engine speed NE by amendment of the amount VL of valve lifts may be suppressed. The improvement effectiveness in fuel consumption of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control can be increased lessening by this inhalation air content dispersion between the gas columns generated by inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, and raising drivability and exhaust air emission.

[0089]

In addition, after amending the throttle opening TA based on combustion instability (or dispersion value between gas columns), you may make it amend the amount VL of valve lifts first contrary to this, although the throttle opening TA was first amended in each above-mentioned operation gestalt (1) and (2) after amending the amount VL of valve lifts based on combustion instability (or dispersion value between gas columns).

[0090]

moreover -- although the stepping motor was used as a driving source of the adjustable valve-lift devices 30 and 31 in each above-mentioned operation gestalt (1) and (2) -- electromagnetism other than this -- an actuator may be used or an actuator may be used. or an intake valve 28 and the

exhaust air bulb 29 -- electromagnetism -- it may be made to carry out adjustable [of the amount of valve lifts, the valve timing, etc.] by carrying out a direct drive with an actuator.

[0091]

<<operation gestalt (3) >>

Next, the operation gestalt (3) of this invention is explained using drawing 8 thru/or drawing 11 .

What is necessary is just to carry out this operation gestalt (3) combining said operation gestalt (1) or said operation gestalt (2).

[0092]

With this operation gestalt (3), while limiting the execution area of the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control to the field (or field which can lessen inhalation air content dispersion between gas columns to some extent) which can secure combustion stability to some extent, the abnormality diagnostic function and the fail-safe function are given. Hereafter, the contents of processing of each program which realizes these functions are explained.

[0093]

[An adjustable inhalation-of-air valve-control execution flag set / reset]

Adjustable inhalation-of-air valve-control execution flag set / reset program shown in drawing 8 is performed a predetermined period after ON of an ignition switch (not shown), and also plays a role of a controlled-variable limit control means as used in the field of a claim. Starting of this program judges first whether combustion instability is more than predetermined value K1 at step 201 (or is the dispersion value between gas columns more than predetermined value K2 or not?). Here, the predetermined value K1 (or K2) is a decision value which defines the boundary of the execution area of an adjustable inhalation-of-air valve control, and should just set up a suitable value in an experiment, simulation, etc.

[0094]

When combustion instability is smaller than the predetermined value K1, (or when the dispersion value between gas columns is smaller than the predetermined value K2) Even if it performs inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, it is judged that combustion stability is securable (or inhalation air content dispersion between gas columns can be made small). It progresses to step 202, an adjustable inhalation-of-air valve-control execution flag is set to "1", and inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is performed.

[0095]

On the other hand, when combustion instability is more than predetermined value K1, (or when the dispersion value between gas columns is more than predetermined value K2) It is judged that there is possibility (or possibility that inhalation air content dispersion between gas columns will become large) that a combustion condition will get worse if inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is performed. It progresses to step 203, an adjustable inhalation-of-air valve-control execution flag is reset to "0", the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is forbidden, the amount VL of valve lifts is fixed to the amount VLmax of the maximum valve lifts, and inhalation air content control by throttle control is performed. Under the present circumstances, the amount VL of valve lifts may be fixed to the amounts of lifts other than the amount VLmax of the maximum valve lifts.

[0096]

In addition, although the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is forbidden and the amount VL of valve lifts was fixed in this program when combustion instability was more than predetermined value K1 (or when the dispersion value between gas columns is more than predetermined value K2) When combustion instability is more than predetermined value K1, (or when the dispersion value between gas columns is more than predetermined value K2) Without forbidding the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, are made to carry out guard processing of the amount VL of valve lifts of an adjustable inhalation-of-air valve control with a predetermined guard value, or What is necessary is to make it narrow the adjustable range of the amount VL of valve lifts, and just to make it, restrict moderately the adjustable range of the amount VL of valve lifts in short. Under the present circumstances, an adjustable inhalation-of-air valve control and throttle control are used together,

and you may make it control an inhalation air content.

[0097]

[Abnormality diagnosis]

The abnormality diagnostic program shown in drawing 9 is performed a predetermined period after ON of an ignition switch (not shown), and plays a role of an abnormality diagnosis as used in the field of a claim. Starting of this program computes the abnormality decision value K3 on a map etc. at step 211 first based on target air volume. At steps 212 and 213, then, the two following condition **1 **2 It judges whether the abnormality diagnostic execution condition is satisfied by whether it is *****.

[0098]

**1 An engine speed is predetermined within the limits (step 212).

**2 An engine load is predetermined within the limits (step 213).

These two condition **1 **2 If there are conditions which are not filled with *****, an abnormality diagnostic execution condition will not be satisfied but this program will be ended as it is.

[0099]

On the other hand, the above-mentioned two condition **1 **2 If it fills to coincidence, an abnormality diagnostic execution condition will be satisfied, it will progress to the following step 214, and the existence of the abnormalities of the component part of an inhalation air content control system will be judged by whether it is less than [abnormality decision value K3] which the throttle opening TA computed at said step 211. Consequently, if the throttle opening TA is judged to be less than [abnormality decision value K3] While judging it as those of the component part of an inhalation air content control system with abnormalities, progressing to step 215 and setting the abnormality judging flag Xfail to "1" which means those with abnormalities An adjustable inhalation-of-air valve-control execution flag is reset to "0", the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is forbidden, the amount VL of valve lifts is fixed to the amount VLmax of the maximum valve lifts, and inhalation air content control is performed at the time of the abnormalities which control an inhalation air content by throttle control. Under the present circumstances, the amount VL of valve lifts may be fixed to the amounts of lifts other than the amount VLmax of the maximum valve lifts.

[0100]

On the other hand, at the above-mentioned step 214, if judged with the throttle opening TA being larger than the abnormality decision value K3, it judges that he has no abnormalities of the component part of an inhalation air content control system, and progresses to step 216, and while resetting the abnormality judging flag Xfail to "0" which means those without abnormalities, an adjustable inhalation-of-air valve-control execution flag will be set to "1", and inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control will be performed.

[0101]

[Abnormality part judging]

The abnormality part judging program shown in drawing 10 is performed a predetermined period after ON of an ignition switch (not shown), and plays a role of an abnormality diagnosis as used in the field of [diagnostic program / of said drawing 9 / abnormality] a claim.

[0102]

If this program is started, first, it judges whether it is set to "1" as which the abnormality judging flag Xfail means those with abnormalities at step 221, and this program will be ended, without performing subsequent processings, if it is "0" as which the abnormality judging flag Xfail means those without abnormalities.

[0103]

On the other hand, if the abnormality judging flag Xfail is set to "1" which means those with abnormalities, it will progress to step 222 and will judge whether combustion instability is less than [predetermined value K4] (or is the dispersion value between gas columns below predetermined value K5 or not?). Here, the predetermined value K4 (or K5) is a decision value which judges the existence of failure of the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30, and should just set up a suitable value in an experiment, simulation, etc.

[0104]

At this step 222, if judged with combustion instability being less than [predetermined value K4] (or the dispersion value between gas columns being below predetermined value K5), it will progress to step 223 and will judge with failure of the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30.

[0105]

On the other hand, if judged with combustion instability being larger than the predetermined value K4 (or the dispersion value between gas columns being larger than predetermined value K5), based on the diagnostic result by the abnormality diagnostic program in an adjustable inhalation-of-air valve-lift device of drawing 11 which progresses to step 224 and is mentioned later, it will judge whether the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 is normal. Consequently, if judged with the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 being normal, it will progress to step 225 and will judge with failure of component parts other than adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30. Moreover, if judged with the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 not being normal, it will progress to step 223 and will judge with failure of the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30.

[0106]

[Abnormality diagnosis in an adjustable inhalation-of-air valve-lift device]

The abnormality diagnostic program in an adjustable inhalation-of-air valve-lift device shown in drawing 11 is performed a predetermined period after ON of an ignition switch (not shown), and plays a role of an abnormality diagnosis as used in the field of [program / of said drawing 9 and drawing 10] a claim. In this program, the existence of failure of the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 is judged as follows based on the time amount taken to be completed as the amount of target valve lifts by the amount of real valve lifts. First, this program is ended, without judging whether the variation of the amount of target valve lifts is less than [predetermined value K6] at step 231, and performing subsequent processings, if the variation of the amount of target valve lifts is larger than the predetermined value K6.

[0107]

On the other hand, at the above-mentioned step 231, if the variation of the amount of target valve lifts is judged to be less than [predetermined value K6], it will progress to step 232 and will judge whether it was completed as the amount of target valve lifts by the amount of real valve lifts of the intake valve 28 detected by the lift sensor (not shown) less than [predetermined time K7]. Here, predetermined time K7 is equivalent to the longest time amount of the normal range of the time amount taken to be completed as the amount of target valve lifts by the amount of real valve lifts, when the variation of the amount of target valve lifts is the predetermined value K6, and it should just set up a suitable value in an experiment, simulation, etc.

[0108]

At the above-mentioned step 232, if it judges that the amount of real valve lifts converged on the amount of target valve lifts less than [predetermined time K7], it will progress to step 233 and will judge with the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 being normal. On the other hand, if it judges that the amount of real valve lifts did not converge on the amount of target valve lifts less than [predetermined time K7], it will progress to step 234 and the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 will judge with failure.

[0109]

According to this operation gestalt (3) explained above, after the combustion condition has got worse to some extent by the service condition etc. (or condition to which inhalation air content dispersion between gas columns became to some extent large) If the amount VL of valve lifts is changed, what (or inhalation air content dispersion between gas columns may become large) a combustion condition may get worse will be increasingly taken into consideration. When combustion instability is more than predetermined value K1, (or when the dispersion value between gas columns is more than predetermined value K2) Since the amount VL of valve lifts was fixed, after the combustion condition has got worse to some extent (or condition to which inhalation air content dispersion between gas columns became to some extent large) The amount VL of valve lifts can be changed by force, and vicious circle of worsening a combustion condition (or inhalation air content dispersion between gas columns being enlarged) can be avoided increasingly.

[0110]

Moreover, in order to reduce a pumping loss and to raise fuel consumption during the usual operation Where a throttle valve 15 is opened greatly, in order to carry out adjustable [of the amount VL of valve lifts] and to control an inhalation air content, It is whether throttle opening is less than [abnormality decision value K3] in consideration of the situation that throttle opening is in the condition of having opened greatly. The function of an abnormality diagnosis can be realized filling the demand of low-cost-izing without adding new sensors, since the existence of the abnormalities of the component part of an inhalation air content control system was judged.

[0111]

And when the abnormalities of the component part of an inhalation air content control system are detected, forbid the inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control, and the amount VL of valve lifts is fixed to the amount VLmax of the maximum valve lifts. Since it was made to perform inhalation air content control at the time of the abnormalities which control an inhalation air content by reliable throttle control, possibility that an inhalation air content will be controllable with a sufficient precision is higher than the case where inhalation air content control by the adjustable inhalation-of-air valve control is performed at the time of malfunction detection.

[0112]

In order to control an inhalation air content by throttle control during activation of inhalation air content control at the time of this abnormality, That combustion instability becomes small by inhalation air content control (throttle control) at the time of abnormalities (or the dispersion value between gas columns becomes small) If what the combustion condition stabilized by inhalation air content control by throttle control is acquired for (or inhalation air content dispersion between gas columns becomes small) is meant and pulled It means that the inhalation air content is controlled by throttle control with a sufficient precision (the drive system and control system of a throttle valve 15 be normal).

[0113]

In consideration of this point, by whether combustion instability is less than [predetermined value K4] during activation of inhalation air content control with this operation gestalt (3) at the time of abnormalities (or is the dispersion value between gas columns below predetermined value K5 or not?) The function of an abnormality diagnosis of the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 can be realized filling the demand of low-cost-izing without adding new sensors, since the existence of failure of the adjustable inhalation-of-air valve-lift device 30 was judged.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline block diagram of the whole engine control system in the operation gestalt (1) of this invention

[Drawing 2] The front view of an adjustable valve-lift device

[Drawing 3] The flow chart which shows the flow of processing of the inhalation air content control program of an operation gestalt (1)

[Drawing 4] For (a), (b) is drawing showing the map of the throttle opening study value GTA notionally, and drawing showing the map of the valve-lift study value GVL notionally.

[Drawing 5] The timing diagram which shows the behavior of cylinder internal pressure

[Drawing 6] The flow chart which shows the flow of processing of the inhalation air content control program of an operation gestalt (2)

[Drawing 7] The timing diagram which shows the behavior of the pressure-of-induction-pipe force

[Drawing 8] The flow chart which shows the flow of processing of adjustable inhalation-of-air valve-control execution flag set / reset program of an operation gestalt (3)

[Drawing 9] The flow chart which shows the flow of processing of the abnormality diagnostic program of an operation gestalt (3)

[Drawing 10] The flow chart which shows the flow of processing of the abnormality part judging program of an operation gestalt (3)

[Drawing 11] The flow chart which shows the flow of processing of the abnormality diagnostic program in an adjustable inhalation-of-air valve-lift device of an operation gestalt (3)

[Description of Notations]

11 [-- A throttle valve, 18 / -- A pressure-of-induction-pipe force sensor, 20 / -- A fuel injection

valve, 21 / -- An ignition plug, 22 / -- An exhaust pipe, 24 / -- An air-fuel ratio sensor, 26 / -- A crank angle sensor, 27 / -- ECU (an inhalation air content control means, a combustion instability detection means, the dispersion detection means between gas columns a study means a controlled-variable limit means, abnormality judging means),, 28 -- An intake valve, 29 -- 30 An exhaust air bulb, 31 / -- Adjustable valve-lift device.] -- An engine (internal combustion engine), 12 -- An inlet pipe, 14 -- An air flow meter, 15

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline block diagram of the whole engine control system in the operation gestalt (1) of this invention

[Drawing 2] The front view of an adjustable valve-lift device

[Drawing 3] The flow chart which shows the flow of processing of the inhalation air content control program of an operation gestalt (1)

[Drawing 4] For (a), (b) is drawing showing the map of the throttle opening study value GTA notionally, and drawing showing the map of the valve-lift study value GVL notionally.

[Drawing 5] The timing diagram which shows the behavior of cylinder internal pressure

[Drawing 6] The flow chart which shows the flow of processing of the inhalation air content control program of an operation gestalt (2)

[Drawing 7] The timing diagram which shows the behavior of the pressure-of-induction-pipe force

[Drawing 8] The flow chart which shows the flow of processing of adjustable inhalation-of-air valve-control execution flag set / reset program of an operation gestalt (3)

[Drawing 9] The flow chart which shows the flow of processing of the abnormality diagnostic program of an operation gestalt (3)

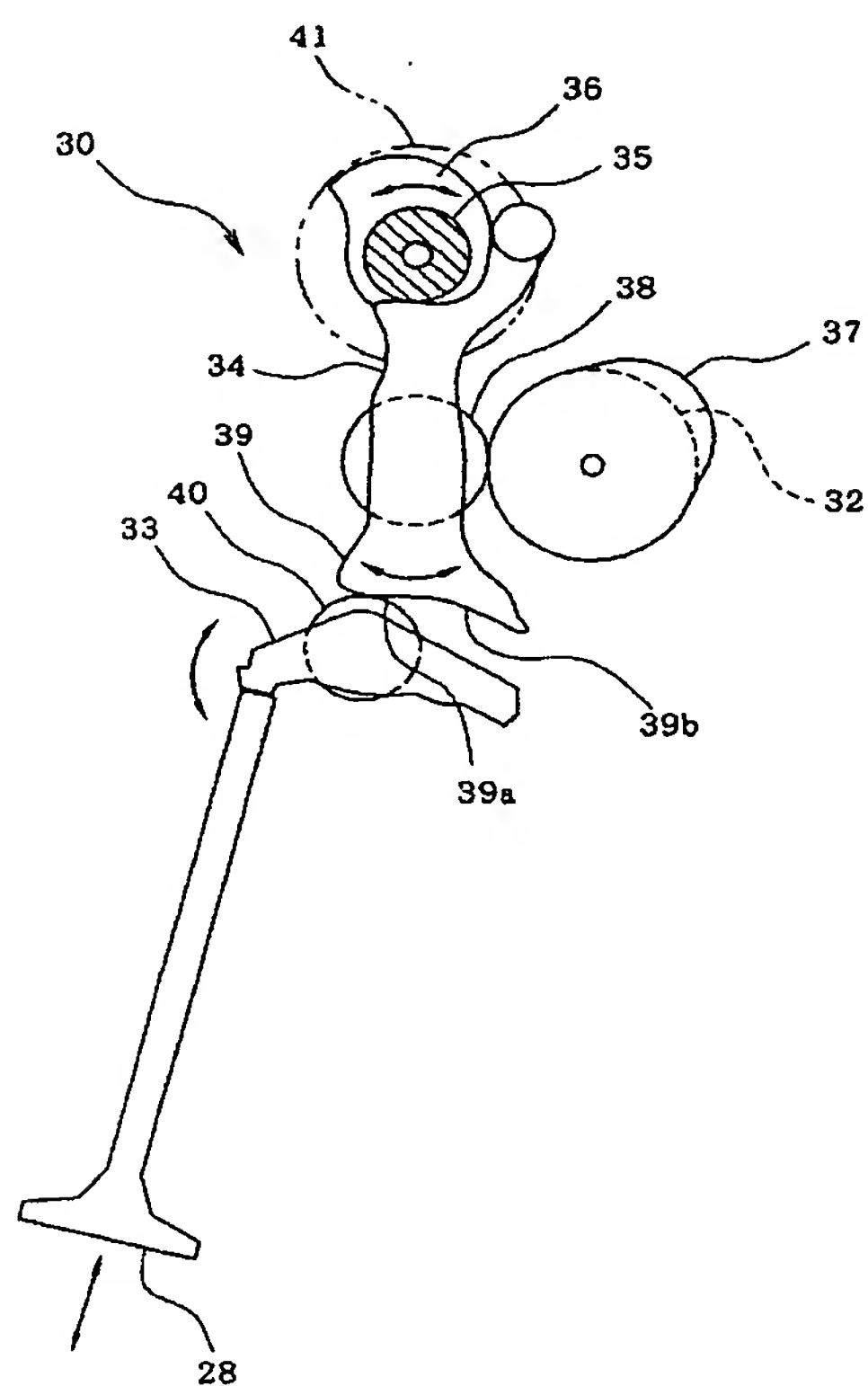
[Drawing 10] The flow chart which shows the flow of processing of the abnormality part judging program of an operation gestalt (3)

[Drawing 11] The flow chart which shows the flow of processing of the abnormality diagnostic program in an adjustable inhalation-of-air valve-lift device of an operation gestalt (3)

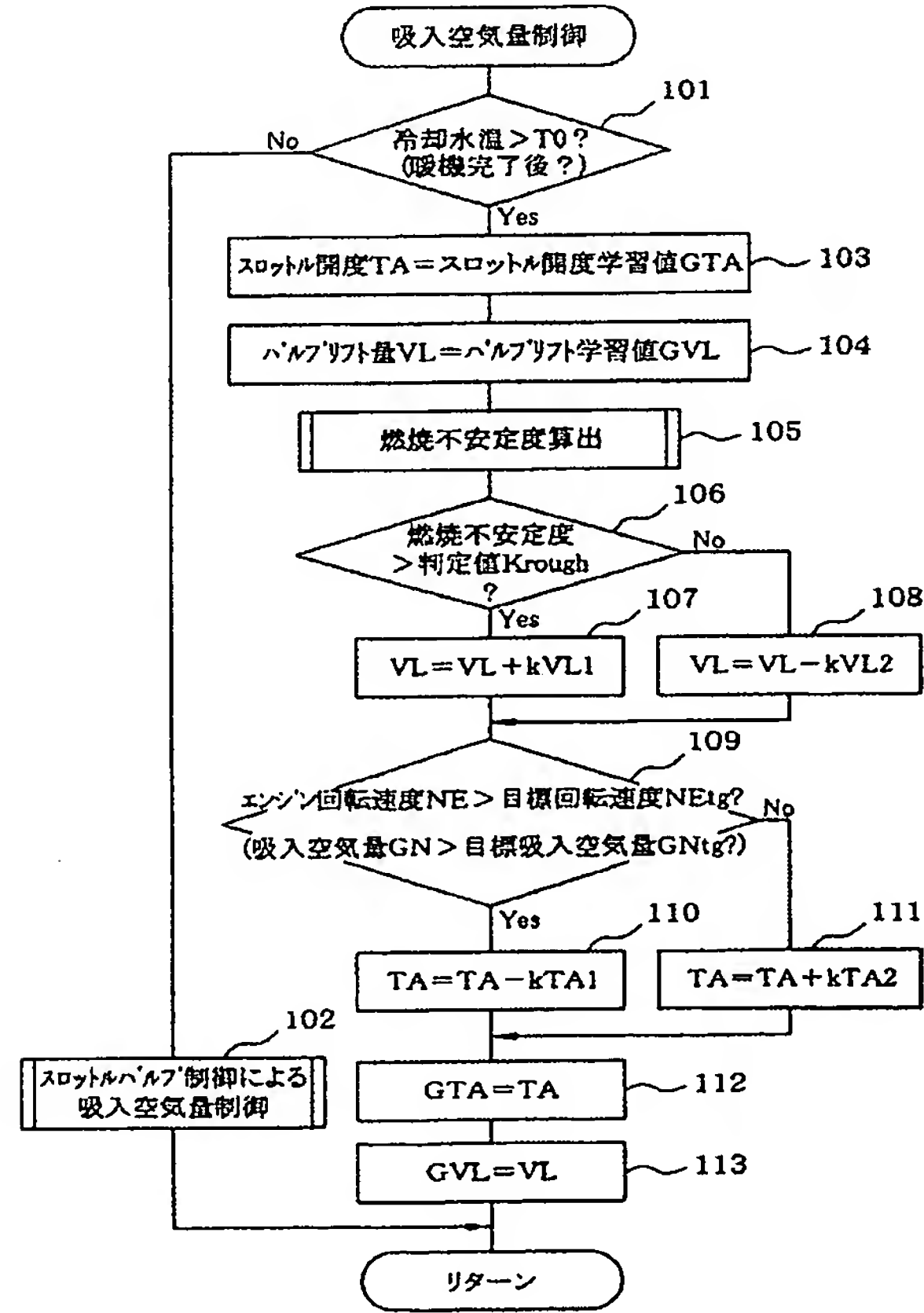
[Description of Notations]

11 [-- A throttle valve, 18 / -- A pressure-of-induction-pipe force sensor, 20 / -- A fuel injection valve, 21 / -- An ignition plug, 22 / -- An exhaust pipe, 24 / -- An air-fuel ratio sensor, 26 / -- A crank angle sensor, 27 / -- ECU] -- An engine (internal combustion engine), 12 -- An inlet pipe, 14 -- An air flow meter, 15

[Translation done.]

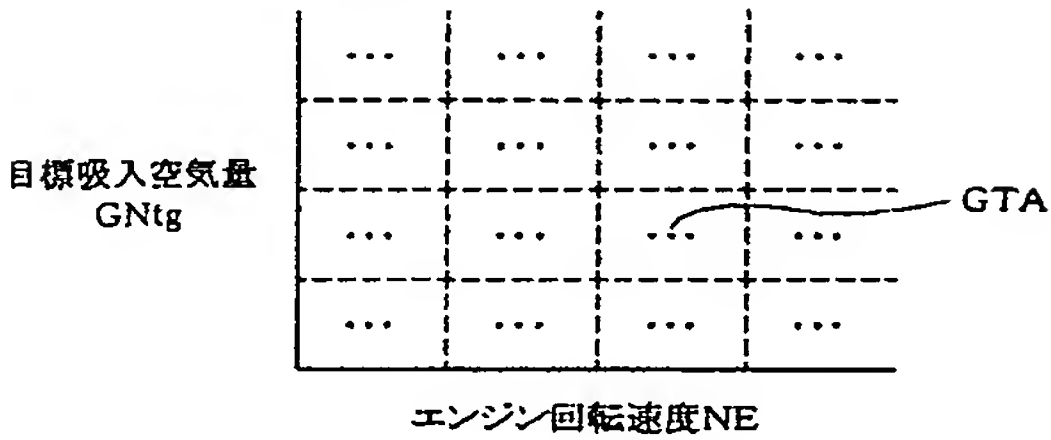


[Drawing 3]

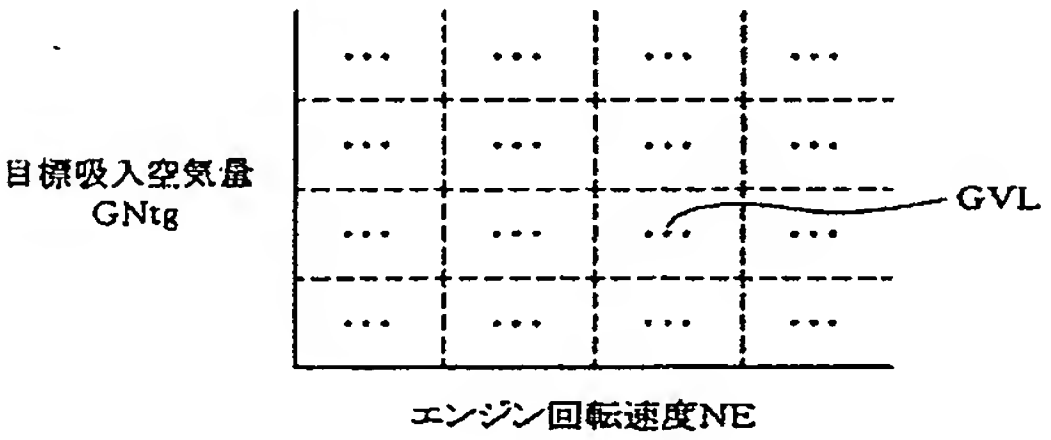


[Drawing 4]

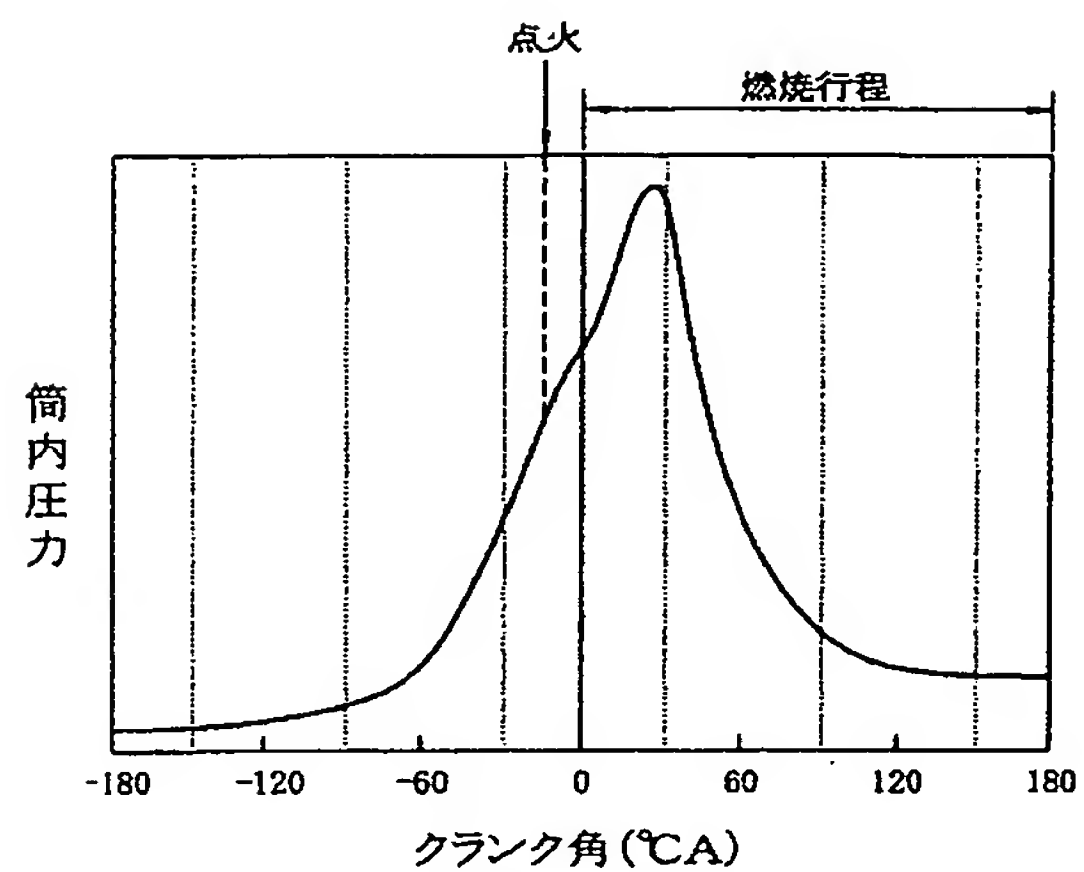
(a) スロットル開度学習値GTAのマップ



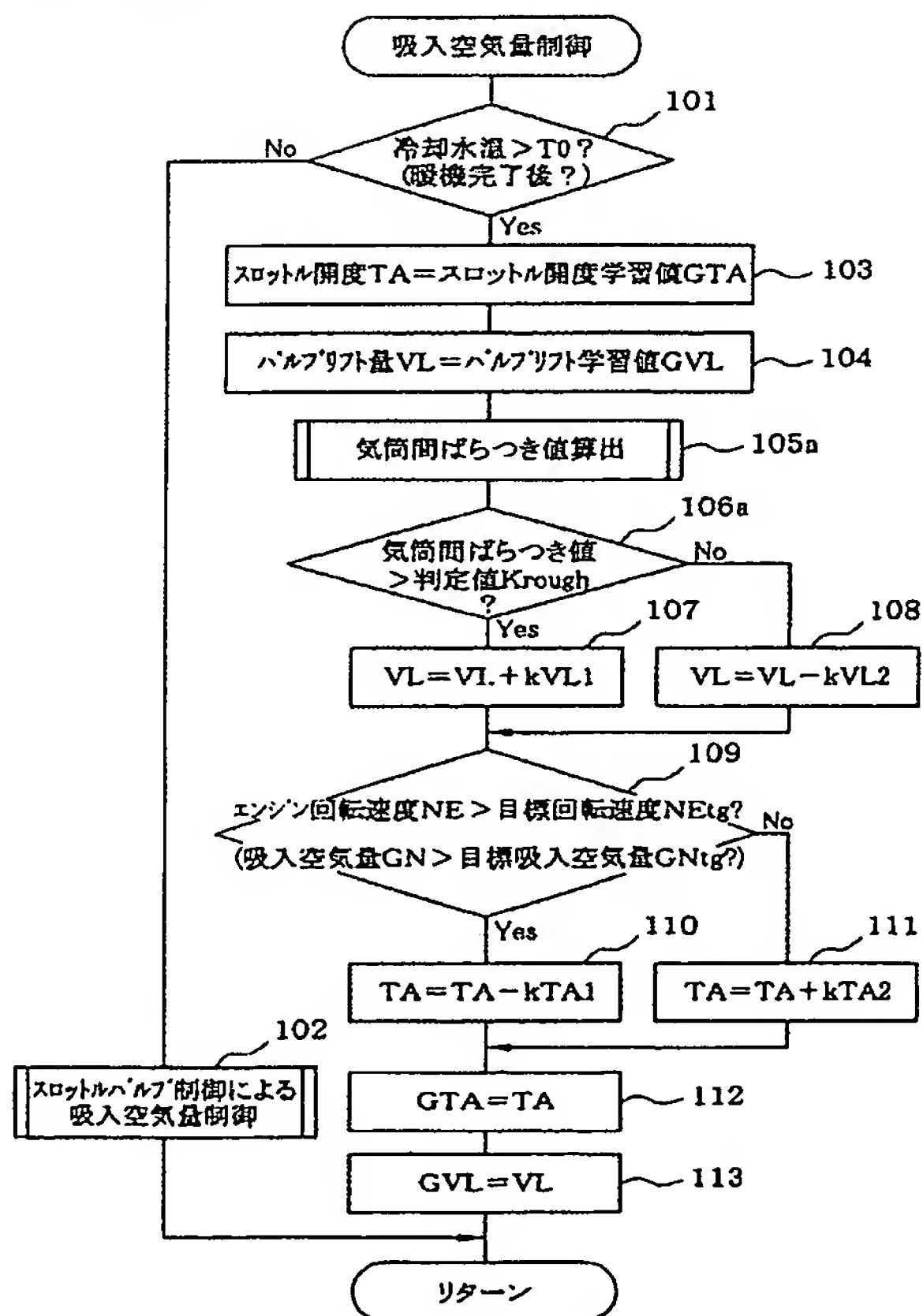
(b) バルブリフト学習値GVLのマップ



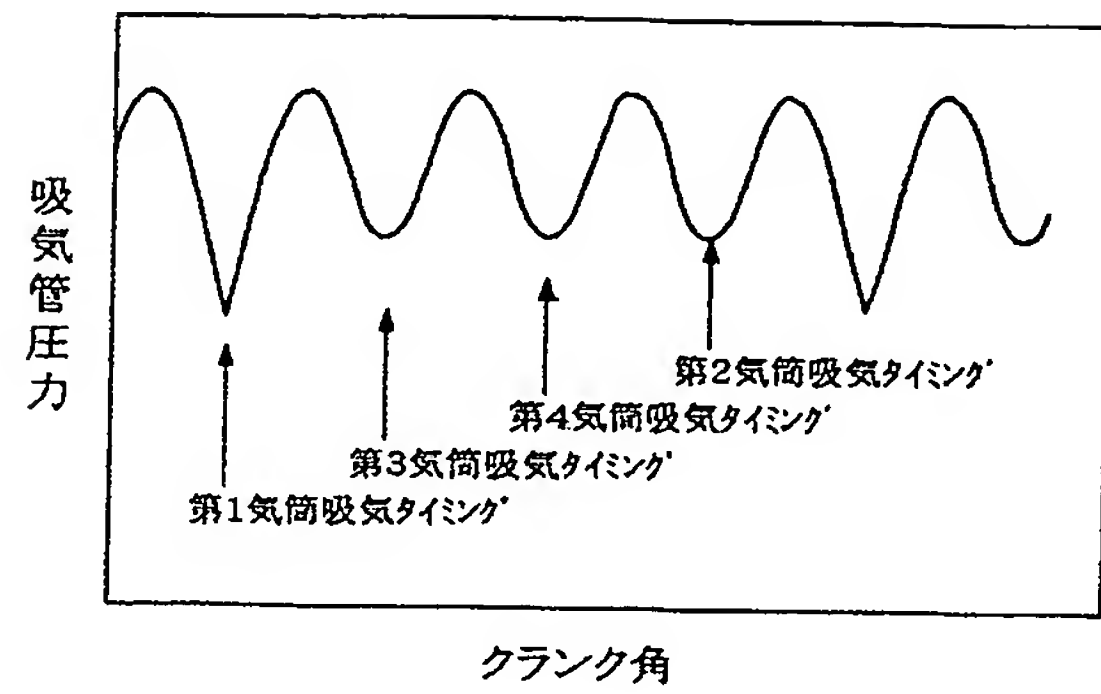
[Drawing 5]



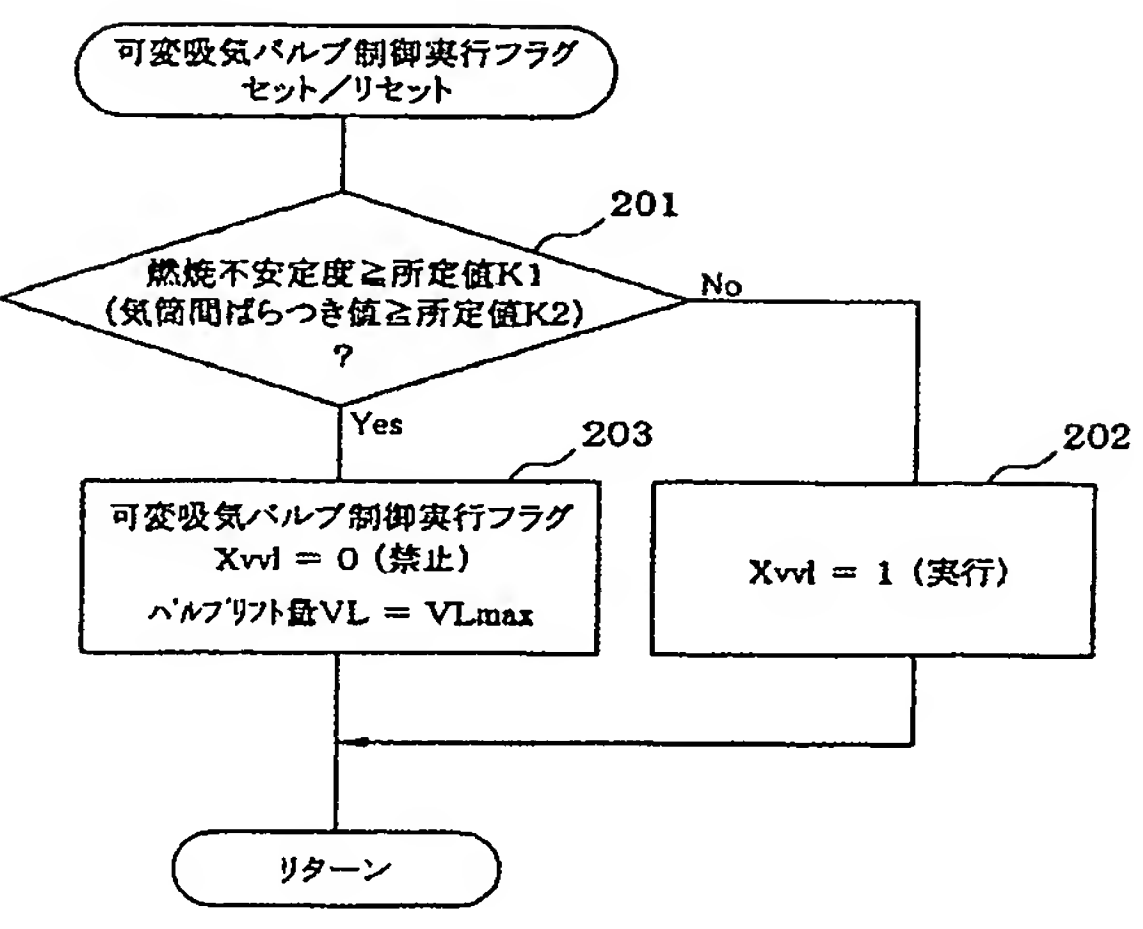
[Drawing 6]



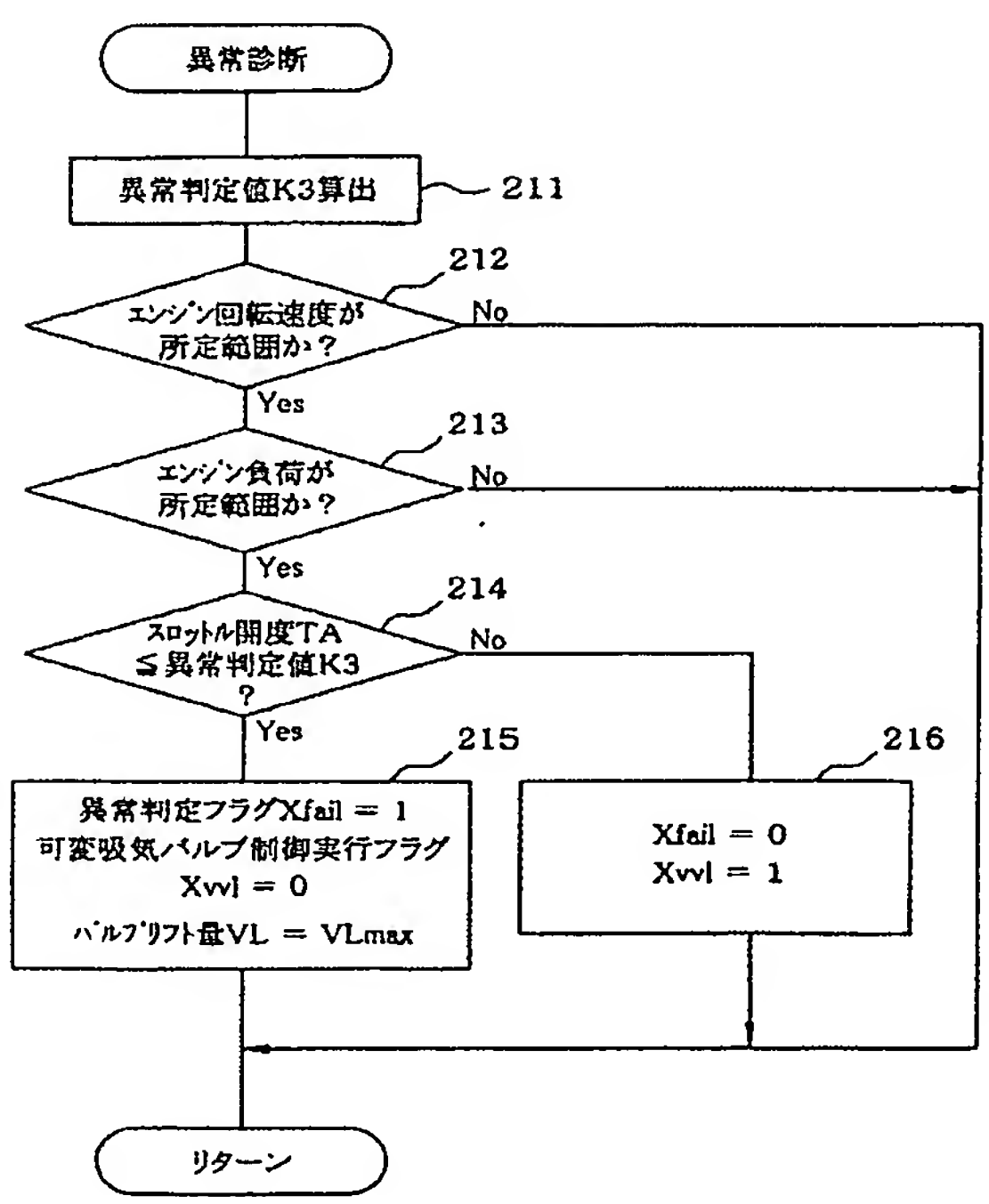
[Drawing 7]



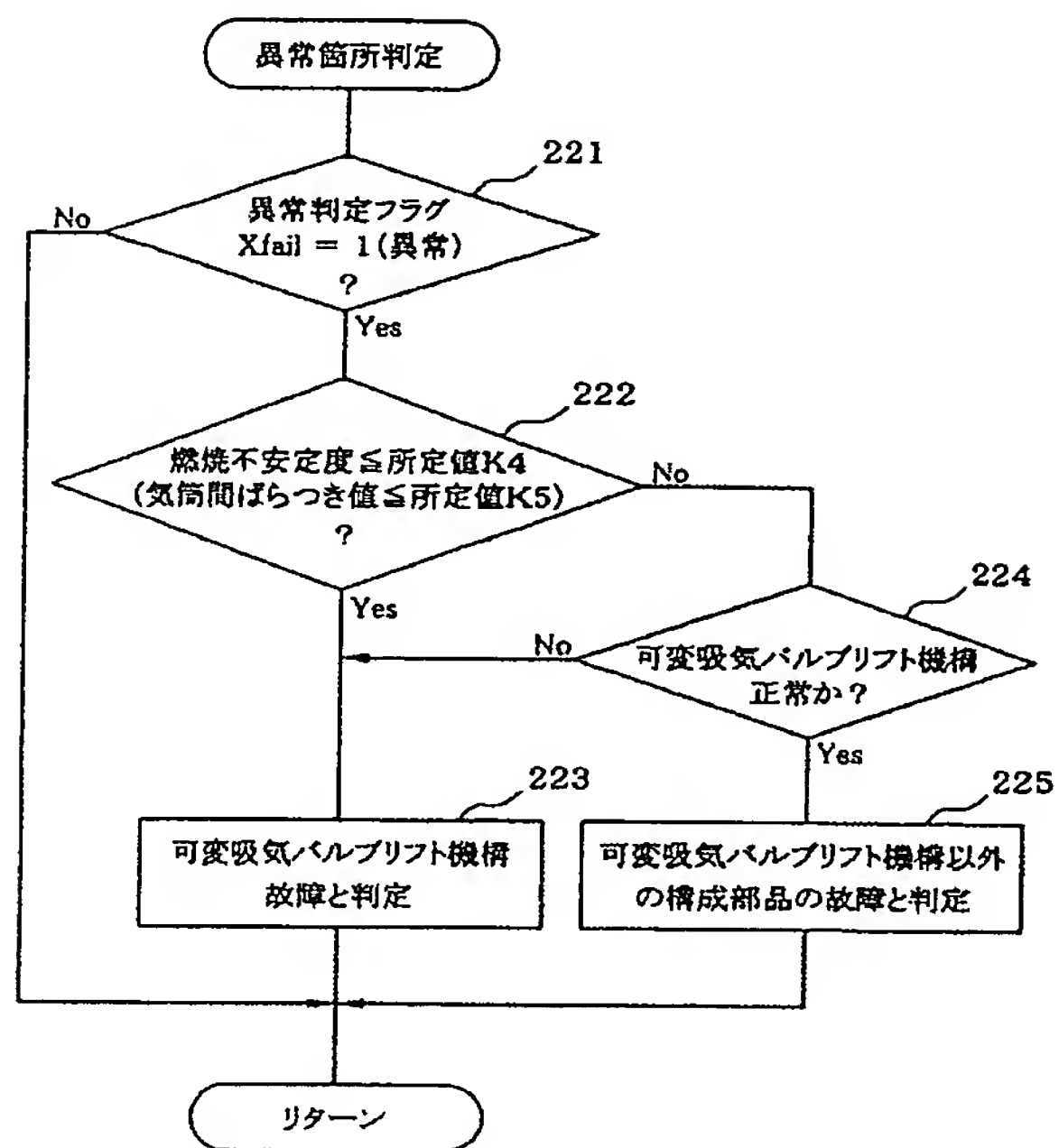
[Drawing 8]



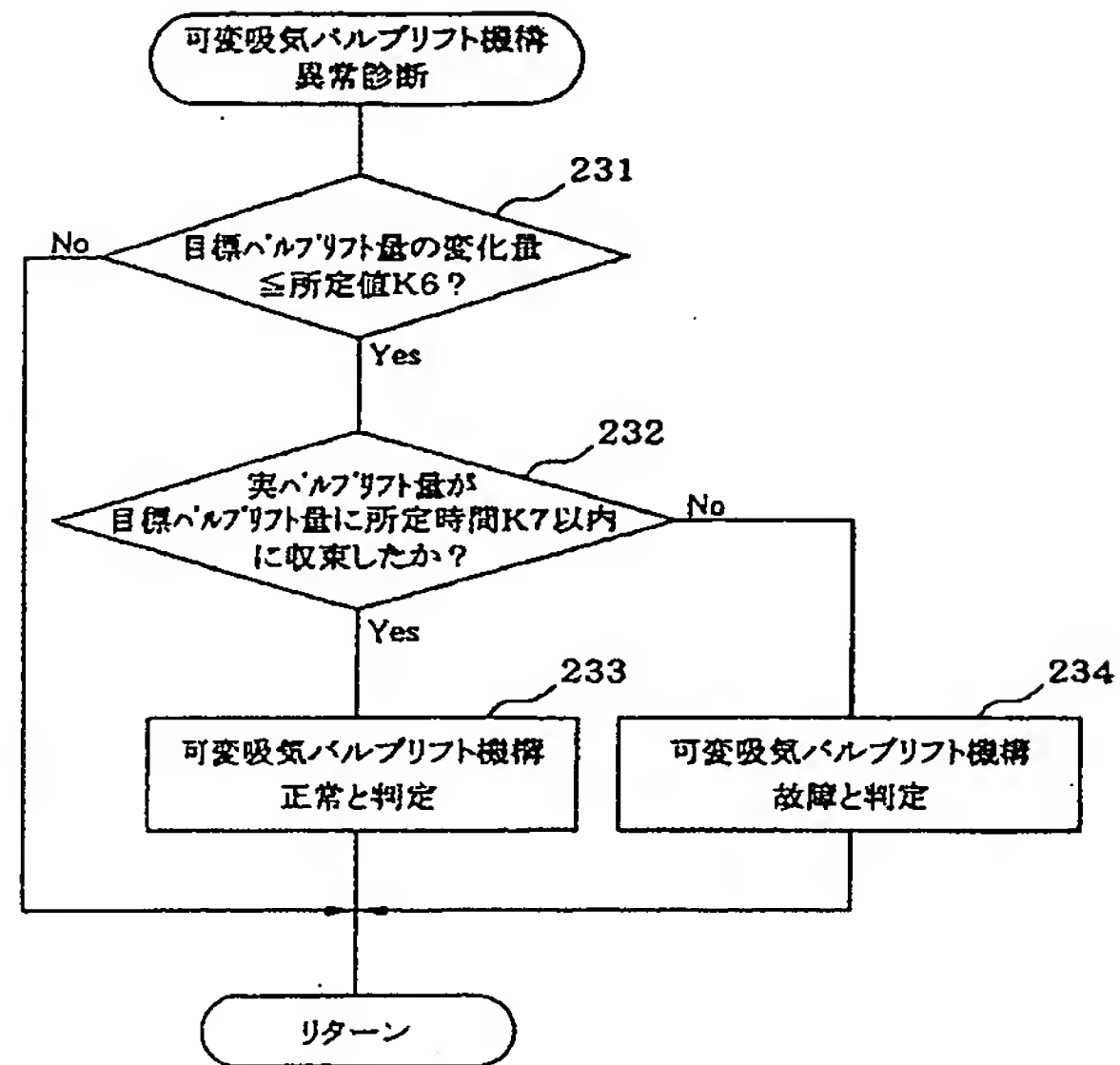
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-138036

(P2004-138036A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
FO2D 13/02	FO2D 13/02 D	3G084
FO2D 41/02	FO2D 13/02 J	3G092
FO2D 41/04	FO2D 41/02 310	3G301
FO2D 41/22	FO2D 41/02 320	
FO2D 43/00	FO2D 41/04 310A	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2002-315759 (P2002-315759)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成14年10月30日 (2002.10.30)		株式会社デンソー
(31) 優先権主張番号	特願2002-240893 (P2002-240893)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(32) 優先日	平成14年8月21日 (2002.8.21)	(74) 代理人	100098420
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 加古 宗男
		(72) 発明者	小久保 直樹
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	近藤 和吉
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	飯田 寿
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内

最終頁に続く

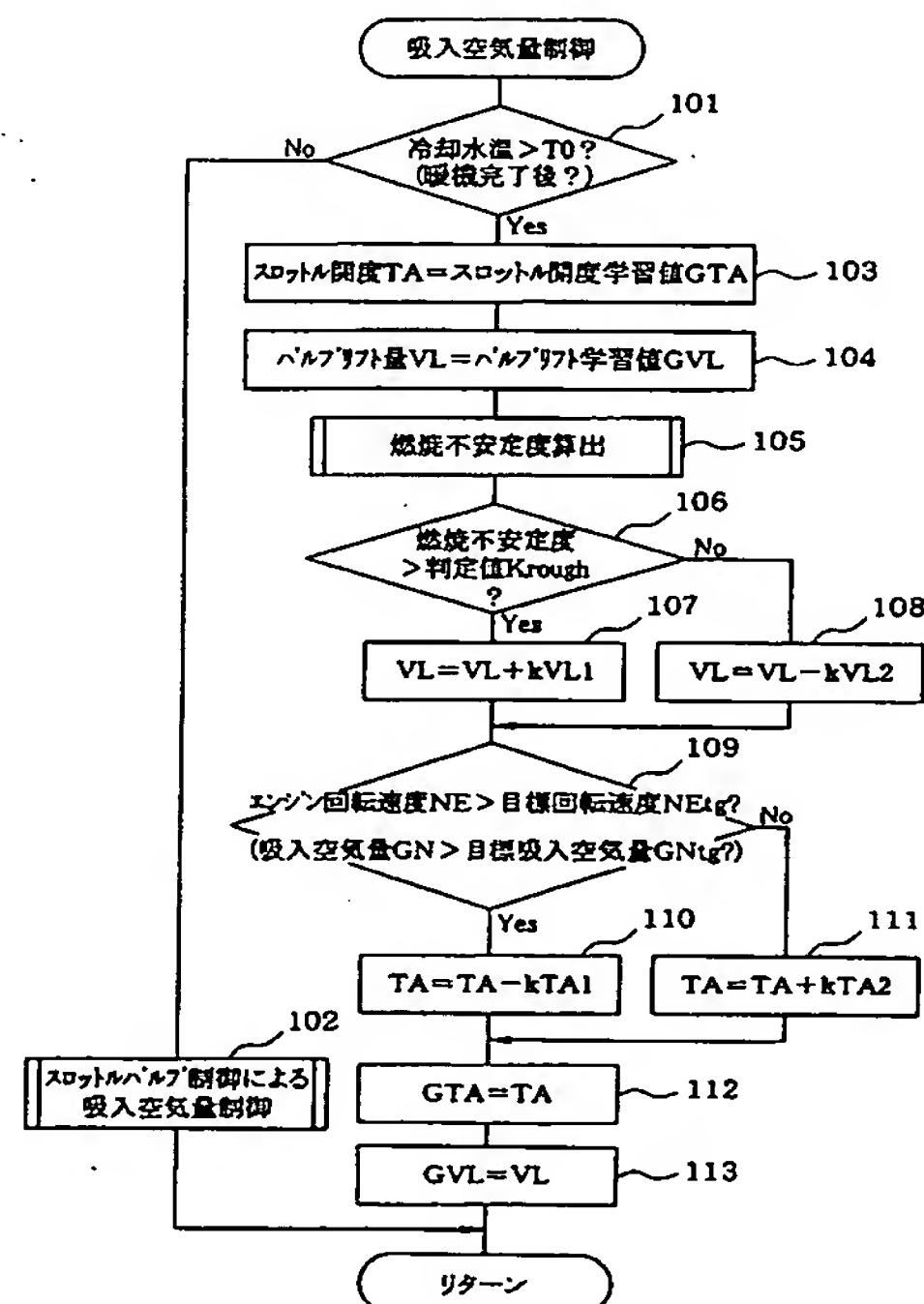
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 燃焼安定性を確保しながら、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御で得られる燃費低減効果を増大させる。

【解決手段】 スロットル開度学習値GTAとバルブリフト学習値GVLをそれぞれスロットル開度TA、バルブリフト量VLとし、回転変動等に基づいて算出した燃焼不安定度が判定値Krough よりも大きい場合は、バルブリフト量VLを増量補正し、燃焼不安定度が判定値Krough 以下の場合は、バルブリフト量VLを減量補正する（ステップ101～108）。更に、バルブリフト量VLの補正によるエンジン回転速度NEの変化（吸入空気量GNの変化）を抑えるようにスロットル開度TAを減量補正又は増量補正し（ステップ109～111）、スロットル開度学習値GTAとバルブリフト学習値GVLをそれぞれ現在のスロットル開度TA、バルブリフト量VLで更新する（ステップ112、113）。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の吸気バルブの制御量を可変することで吸入空気量を制御可能な可変吸気バルブ機構を備えた内燃機関の制御装置において、
内燃機関の燃焼不安定度を検出する燃焼不安定度検出手段と、
前記燃焼不安定度に基づいて前記吸気バルブの制御量及び／又はスロットルバルブの制御量を制御して吸入空気量を制御する吸入空気量制御手段と
を備えていることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

前記燃焼不安定度検出手段は、回転変動、筒内圧力、イオン電流のうちの少なくとも 1 つに基づいて前記燃焼不安定度を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

10

【請求項 3】

前記燃焼不安定度検出手段で検出した燃焼不安定度が所定値以上のときに前記吸気バルブの制御量の可変範囲を制限する制御量制限手段を備えていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記制御量制限手段は、前記燃焼不安定度検出手段で検出した燃焼不安定度が所定値以上のときに前記吸気バルブの制御量を所定値に固定することを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の制御装置。

20

【請求項 5】

前記スロットルバルブの開度が所定の異常判定値以下であるか否かで吸入空気量制御系の構成部品の異常の有無を判定する異常判定手段を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

前記吸入空気量制御手段は、前記異常判定手段で異常を検出したときに前記吸気バルブの制御量を固定して前記スロットルバルブの開度の制御により吸入空気量を制御する異常時吸入空気量制御を実行することを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

前記異常判定手段は、前記異常時吸入空気量制御の実行中に前記燃焼不安定度検出手段で検出した燃焼不安定度が所定値より小さくなっているときに前記可変吸気バルブ機構の異常と判定することを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の制御装置。

30

【請求項 8】

前記異常判定手段は、前記異常時吸入空気量制御の実行中に前記燃焼不安定度検出手段で検出した燃焼不安定度が所定値以上となっているときに、前記可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを判定し、正常に動作していると判定されれば、前記可変吸気バルブ機構以外の構成部品の異常と判定することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 9】

前記異常判定手段は、前記可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを、前記吸気バルブの位置を検出するセンサの出力と該吸気バルブの制御量とを比較して判定することを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の制御装置。

40

【請求項 10】

内燃機関の吸気バルブの制御量を可変することで吸入空気量を制御可能な可変吸気バルブ機構を備えた内燃機関の制御装置において、
内燃機関の気筒間の吸入空気量ばらつきを表す気筒間ばらつき値を検出する気筒間ばらつき検出手段と、
前記気筒間ばらつき値に基づいて前記吸気バルブの制御量及び／又はスロットルバルブの制御量を制御して吸入空気量を制御する吸入空気量制御手段と
を備えていることを特徴とする内燃機関の制御装置。

50

【請求項 1 1】

前記気筒間ばらつき検出手段は、吸入空気量、吸気管圧力、回転変動、筒内圧力、イオン電流、空燃比のうちの少なくとも 1 つに基づいて前記気筒間ばらつき値を検出することを特徴とする請求項 1 0 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 2】

前記気筒間ばらつき検出手段で検出した気筒間ばらつき値が所定値以上のときに前記吸気バルブの制御量の可変範囲を制限する制御量制限手段を備えていることを特徴とする請求項 1 0 又は 1 1 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 3】

前記制御量制限手段は、前記気筒間ばらつき検出手段で検出した気筒間ばらつき値が所定値以上のときに前記吸気バルブの制御量を所定値に固定することを特徴とする請求項 1 2 に記載の内燃機関の制御装置。 10

【請求項 1 4】

前記スロットルバルブの開度が所定の異常判定値以下であるか否かで吸入空気量制御系の構成部品の異常の有無を判定する異常判定手段を備えていることを特徴とする請求項 1 0 乃至 1 3 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 5】

前記吸入空気量制御手段は、前記異常判定手段で異常を検出したときに前記吸気バルブの制御量を固定して前記スロットルバルブの開度の制御により吸入空気量を制御する異常時吸入空気量制御を実行することを特徴とする請求項 1 4 に記載の内燃機関の制御装置。 20

【請求項 1 6】

前記異常判定手段は、前記異常時吸入空気量制御の実行中に前記気筒間ばらつき検出手段で検出した気筒間ばらつき値が所定値より小さくなっているときに前記可変吸気バルブ機構の異常と判定することを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 7】

前記異常判定手段は、前記異常時吸入空気量制御の実行中に前記気筒間ばらつき検出手段で検出した気筒間ばらつき値が所定値以上となっているときに、前記可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを判定し、正常に動作していると判定されれば、前記可変吸気バルブ機構以外の構成部品の異常と判定することを特徴とする請求項 1 5 又は 1 6 に記載の内燃機関の制御装置。 30

【請求項 1 8】

前記異常判定手段は、前記可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを、前記吸気バルブの位置を検出するセンサの出力と該吸気バルブの制御量とを比較して判定することを特徴とする請求項 1 7 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 1 9】

前記吸入空気量制御手段により設定した前記吸気バルブの制御量及び／又は前記スロットルバルブの制御量を学習する学習手段を備え、

前記吸入空気量制御手段は、前記学習手段で学習した制御量に基づいて次の制御量を設定することを特徴とする請求項 1 乃至 1 8 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

40

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の吸気バルブの制御量を可変することで吸入空気量を制御可能な可変吸気バルブ機構を備えた内燃機関の制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、車両に搭載される内燃機関においては、吸気バルブのリフト量や開閉時期等のバルブ制御量を可変する可変吸気バルブ機構を設け、アクセル開度やエンジン運転状態等に応じて吸気バルブのバルブ制御量を可変することで吸入空気量を制御できるようにしたものがある。この可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御は、吸気バルブのリフト量や開弁 50

期間を小さくすることによって、吸気通路をスロットルバルブで絞ることなく吸入空気量を少なくすることができるので、ポンピングロスを低減して燃費を向上させることができる利点がある。

【0003】

従来の一般的なスロットルバルブ制御による吸入空気量制御では、低負荷時にスロットルバルブの開度を小さくして吸入空気量を少なくするため、スロットルバルブ下流側の吸入空気の圧力がかなり負圧になるが、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御では、スロットルバルブを大きく開いた状態で、吸気バルブのリフト量や開弁期間を可変して筒内の充填空気量を制御するため、低負荷・高負荷を問わず、スロットルバルブ下流側の吸入空気の圧力がほぼ大気圧に保たれ、低負荷時でも、ほぼ大気圧の空気が吸気ポートから筒内に吸入されるようになる。このため、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御では、低負荷時に吸気ポートを流れる空気の流れがスロットルバルブ制御による吸入空気量制御と比較して緩やかとなり、吸気ポートの壁面等に付着した燃料（ウェット燃料）の気化特性や筒内混合気の流動特性が低下する傾向がある。しかも、低負荷時に吸気バルブの開弁時間を短くするように吸気バルブの開弁タイミングを吸気下死点よりも進角するため、吸気バルブの開弁後にもピストンが下降して、筒内混合気が膨張して温度低下する傾向がある。これらの理由から、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御では、低負荷時に燃焼状態が悪化してドライバビリティや排気エミッションに悪影響を及ぼす可能性がある。

10

【0004】

この対策として、特許文献1（特開2001-159341号公報）に示すように、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を行うと燃焼状態が悪化する可能性がある特定運転条件（例えばアイドル運転や冷機時の低負荷運転）のときに、吸入空気量制御モードを、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御からスロットルバルブ制御による吸入空気量制御に切り換えて、吸気バルブのリフト量や開弁期間を例えば最大値に固定した状態でスロットルバルブ制御によって吸入空気量を制御することで燃焼状態の悪化を防止し、特定運転条件以外の通常運転条件のときに、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を行うようにしたものがある。

20

【0005】

【特許文献1】

特開2001-159341号公報（第2頁等）

30

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を行うと燃焼状態が悪化する運転条件は、車両を取り巻く環境（温度、湿度、大気圧等）の変化等によって変化することがある。しかし、上記特許文献1の方法では、予め設定した特定運転条件のときに、常にスロットルバルブ制御による吸入空気量制御に切り換えてしまうため、環境変化等によって実際には燃焼状態が悪化しない運転条件でも、スロットルバルブ制御による吸入空気量制御に切り換えてしまうことがあり、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を十分に活用することができないという欠点がある。

【0007】

40

また、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御では、低負荷時に吸気バルブのリフト量が小さくなるため、各気筒で目標リフト量に対する実リフト量のばらつき（各気筒の部品公差や組付公差によるばらつき）の割合が大きくなって、気筒間の吸入空気量ばらつきが大きくなる傾向がある。このため、低負荷時に気筒間の吸入空気量ばらつきの影響を受けて気筒間のトルクばらつきや空燃比ばらつきが大きくなることがあり、ドライバビリティや排気エミッションが悪化することがある。この問題に対しても、低負荷時に、スロットルバルブ制御による吸入空気量制御に切り換えることが考えられる。

【0008】

しかし、実リフト量のばらつきには、個体差や経時変化があるため、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の低負荷時に必ず気筒間の吸入空気量ばらつきが大きくなるとは限

50

らない。従って、低負荷時に、常にスロットルバルブ制御による吸入空気量制御に切り換えてしまうと、実際には気筒間の吸入空気量ばらつきによる悪影響が発生しない場合でも、スロットルバルブ制御による吸入空気量制御に切り換えてしまうことがあり、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を十分に活用することができなくなってしまう。

【0009】

本発明はこれらの事情を考慮してなされたものであり、第1の目的は、燃焼安定性を確保しながら、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増大させることであり、また、第2の目的は、気筒間の吸入空気量ばらつきを小さくしながら、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増大させることである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記第1の目的を達成するために、本発明の請求項1の内燃機関の制御装置は、内燃機関の燃焼不安定度を燃焼不安定度検出手段により検出し、その燃焼不安定度に基づいて吸入空気量制御手段により吸気バルブの制御量及び／又はスロットルバルブの制御量を制御して吸入空気量を制御するようにしたものである。

【0011】

このようにすれば、実際に検出した燃焼不安定度に応じて吸気バルブの制御量やスロットルバルブの制御量を制御することができるので、燃焼状態が悪化傾向にあるときには、燃焼状態を安定させる方向（燃焼不安定度を小さくする方向）に吸気バルブの制御量やスロットルバルブの制御量を制御し、燃焼状態が安定しているときには、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増加させる方向に吸気バルブの制御量やスロットルバルブの制御量を制御することができる。これにより、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御によって発生する燃焼状態の悪化を防止しながら、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御で得られるポンピングロス低減、燃費向上の効果を増大させることができる。

【0012】

この場合、請求項2のように、回転変動、筒内圧力、イオン電流のうちの少なくとも1つに基づいて燃焼不安定度を検出すると良い。各気筒の燃焼状態に応じて回転変動、筒内圧力、イオン電流が変化するので、クランク角センサの出力信号に基づいて検出した回転変動、筒内圧力センサ等で検出した筒内圧力、点火プラグ等を介して検出したイオン電流を監視すれば、燃焼不安定度を精度良く検出することができる。

【0013】

ところで、本発明による吸入空気量制御は、燃焼状態が悪化する方向（燃焼不安定度が大きくなる方向）に変化するときには、燃焼状態を安定させる方向（燃焼不安定度を小さくする方向）に吸気バルブの制御量やスロットルバルブの制御量を制御するため、通常は、燃焼不安定度が小さくなっているが、運転条件等によって燃焼状態がある程度悪化した状態（燃焼不安定度がある程度大きくなった状態）で、吸気バルブの制御量を大きく変化させると、益々、燃焼状態が悪化する可能性がある。

【0014】

そこで、請求項3のように、燃焼不安定度検出手段で検出した燃焼不安定度が所定値以上のときには、制御量制限手段により吸気バルブの制御量の可変範囲を制限するようにしても良い。このようにすれば、燃焼状態がある程度悪化した状態（燃焼不安定度がある程度大きくなった状態）で、吸気バルブの制御量を無理に変化させて、益々、燃焼状態を悪化させてしまうという悪循環を回避することができ、燃焼安定性を確保することができる。

【0015】

この場合、燃焼不安定度が所定値以上のときに、吸気バルブの制御量の可変範囲を制限する手段としては、例えば、吸気バルブの制御量を所定のガード値でガード処理するようしたり、或は、吸気バルブの制御量の可変範囲を狭めるようにしても良いが、請求項4のように、吸気バルブの制御量を所定値に固定するようにしても良い。このようにすれば、吸気バルブの制御量を設定する演算処理が容易になる利点がある。

【0016】

ところで、通常の運転中は、ポンピングロスを低減して燃費を向上させるために、スロットルバルブを大きく開いた状態で、吸気バルブの制御量（リフト量や開弁期間）を可変して吸入空気量を制御するため、スロットルバルブの開度は大きく開いた状態となっている。従って、スロットルバルブの開度が小さければ、吸入空気量制御系の構成部品に何等かの異常が発生していることが予想される。

【 0 0 1 7 】

このような観点から、請求項 5 のように、異常判定手段によってスロットルバルブの開度が所定の異常判定値以下であるか否かを判定して吸入空気量制御系の構成部品の異常の有無を判定するようにしても良い。このようにすれば、吸入空気量制御系の構成部品の異常を診断する機能を、新たなセンサ類を追加することなく、実現することができる。

10

【 0 0 1 8 】

この場合、請求項 6 のように、異常判定手段で異常を検出したときには、吸気バルブの制御量を固定してスロットルバルブの開度の制御によって吸入空気量を制御する異常時吸入空気量制御を実行するようにしても良い。つまり、スロットルバルブの駆動系・制御系は、可変吸気バルブ機構よりも故障の可能性が少ないと思われるため、異常検出時には、スロットル制御によって吸入空気量を制御した方が、可変バルブ制御によって吸入空気量を制御する場合よりも吸入空気量を精度良く制御できる可能性が高い。

【 0 0 1 9 】

この際、請求項 7 のように、異常時吸入空気量制御の実行中に、燃焼不安定度検出手段で検出した燃焼不安定度が所定値より小さくなっているときに、可変吸気バルブ機構の異常と判定するようにしても良い。異常時吸入空気量制御の実行中は、スロットル制御によって吸入空気量を制御するため、異常時吸入空気量制御（スロットル制御）によって燃焼不安定度が小さくなるということは、スロットル制御による吸入空気量制御によって安定した燃焼状態が得られることを意味し、ひいては、スロットル制御によって吸入空気量が精度良く制御されていること（スロットルバルブの駆動系・制御系が正常であること）を意味する。従って、異常時吸入空気量制御の実行中に燃焼不安定度が小さくなれば、可変吸気バルブ機構の異常と判定することができる。

20

【 0 0 2 0 】

また、請求項 8 のように、異常時吸入空気量制御の実行中に、燃焼不安定度検出手段で検出した燃焼不安定度が所定値以上となっているときに、可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを判定し、正常に動作していると判定されれば、可変吸気バルブ機構以外の構成部品の異常と判定するようにしても良い。つまり、異常時吸入空気量制御の実行中に、燃焼不安定度が大きくなるということは、スロットル制御による吸入空気量制御でも燃焼状態が良くなることを意味し、スロットルバルブの駆動系・制御系が故障している可能性があることを意味する。この場合、スロットルバルブの駆動系・制御系と可変吸気バルブ機構の両方が故障している可能性もあるため、可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを判定し、正常に動作していると判定されれば、可変吸気バルブ機構以外の構成部品（スロットルバルブの駆動系・制御系）の異常と判定することができる。これにより、可変吸気バルブ機構の異常と、それ以外の構成部品の異常とを区別して判定することができる。

30

40

【 0 0 2 1 】

この際、請求項 9 のように、可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを、吸気バルブの位置を検出するセンサの出力と該吸気バルブの制御量とを比較して判定するようにすると良い。このようにすれば、可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを正確に判定することができる。

【 0 0 2 2 】

また、前記第 2 の目的を達成するために、請求項 10 のように、内燃機関の気筒間の吸入空気量ばらつきを表す気筒間ばらつき値を気筒間ばらつき検出手段により検出し、その気筒間ばらつき値に基づいて吸入空気量制御手段により吸気バルブの制御量及び／又はスロットルバルブの制御量を制御して吸入空気量を制御するようにしても良い。

50

【0023】

このようにすれば、実際に検出した気筒間ばらつき値に応じて吸気バルブの制御量やスロットルバルブの制御量を制御することができるので、気筒間ばらつき値が大きいときには、気筒間の吸入空気量ばらつきを小さくする方向に吸気バルブの制御量やスロットルバルブの制御量を制御し、気筒間ばらつき値が小さいときには、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増加させる方向に吸気バルブの制御量やスロットルバルブの制御量を制御することができる。これにより、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御によって発生する気筒間の吸入空気量ばらつきを小さくしながら、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増大させることができる。

【0024】

この場合、請求項11のように、吸入空気量、吸気管圧力、回転変動、筒内圧力、イオン電流、空燃比のうちの少なくとも1つに基づいて気筒間ばらつき値を検出すると良い。エアフローメータ等で検出した吸入空気量や吸気管圧力センサ等で検出した吸気管圧力は、各気筒の吸気行程に対応して変化するので、吸入空気量や吸気管圧力を監視すれば、気筒間の吸入空気量ばらつきを反映した気筒間ばらつき値を検出することができる。また、各気筒の吸入空気量に応じて各気筒の空燃比が変化するため、空燃比センサ等で検出した空燃比を監視すれば、気筒間の吸入空気量ばらつきを反映した気筒間ばらつき値を検出することができる。また、各気筒の吸入空気量に応じて各気筒の燃焼状態が変化し、その燃焼状態に応じて回転変動、筒内圧力、イオン電流が変化するため、回転変動、筒内圧力、イオン電流を監視すれば、気筒間の吸入空気量ばらつきを反映した気筒間ばらつき値を検出することができる。

【0025】

ところで、気筒間ばらつき値を用いた吸入空気量制御は、気筒間の吸入空気量ばらつき（気筒間ばらつき値）が大きくなる方向に変化するときには、気筒間の吸入空気量ばらつき（気筒間ばらつき値）を小さくする方向に吸気バルブの制御量やスロットルバルブの制御量を制御するため、通常の運転中は、気筒間の吸入空気量ばらつき（気筒間ばらつき値）が小さくなっているが、運転条件等によって気筒間の吸入空気量ばらつき（気筒間ばらつき値）がある程度大きくなった状態で、吸気バルブの制御量を大きく変化させると、益々、気筒間の吸入空気量ばらつき（気筒間ばらつき値）が大きくなる可能性がある。

【0026】

そこで、請求項12のように、気筒間ばらつき検出手段で検出した気筒間ばらつき値が所定値以上のときには、制御量制限手段により吸気バルブの制御量の可変範囲を制限するようにしても良い。このようにすれば、気筒間の吸入空気量ばらつき（気筒間ばらつき値）がある程度大きくなった状態で、吸気バルブの制御量を無理に変化させて、益々、気筒間の吸入空気量ばらつき（気筒間ばらつき値）を大きくしてしまうという悪循環を回避することができる。

【0027】

この場合、気筒間ばらつき値が所定値以上のときに、吸気バルブの制御量の可変範囲を制限する手段としては、例えば、吸気バルブの制御量を所定のガード値でガード処理するようにしたり、或は、吸気バルブの制御量の可変範囲を狭めるようにしても良いが、請求項13のように、吸気バルブの制御量を所定値に固定するようにしても良い。このようにすれば、吸気バルブの制御量を設定する演算処理が容易になる利点がある。

【0028】

また、請求項14のように、異常判定手段によってスロットルバルブの開度が所定の異常判定値以下であるか否かを判定して吸入空気量制御系の構成部品の異常の有無を判定するようにしても良い。通常は、ポンピングロス低減して燃費を向上させるために、スロットルバルブを大きく開いた状態で、吸気バルブの制御量を可変して吸入空気量を制御するため、スロットルバルブの開度が所定の異常判定値以下であるか否かで、吸入空気量制御系の構成部品の異常の有無を簡単に判定することができる。

【0029】

この場合、請求項 15 のように、異常判定手段で異常を検出したときには、吸気バルブの制御量を固定してスロットルバルブの開度の制御によって吸入空気量を制御する異常時吸入空気量制御を実行するようにしても良い。このように、異常検出時に、スロットル制御によって吸入空気量を制御した方が、可変バルブ制御によって吸入空気量を制御する場合よりも吸入空気量を精度良く制御できる可能性が高い。

【0030】

この際、請求項 16 のように、異常時吸入空気量制御の実行中に、気筒間ばらつき検出手段で検出した気筒間ばらつき値が所定値より小さくなっているときに可変吸気バルブ機構の異常と判定するようにしても良い。異常時吸入空気量制御の実行中は、スロットル制御によって吸入空気量を制御するため、異常時吸入空気量制御（スロットル制御）によって気筒間ばらつき値が小さくなるということは、スロットル制御によって各気筒の吸入空気量が精度良く制御されていること（スロットルバルブの駆動系・制御系が正常であること）を意味する。従って、異常時吸入空気量制御の実行中に、気筒間ばらつき値が小さくなれば、可変吸気バルブ機構の異常と判定することができる。

10

【0031】

また、請求項 17 のように、異常時吸入空気量制御の実行中に、気筒間ばらつき検出手段で検出した気筒間ばらつき値が所定値以上となっているときに、可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを判定し、正常に動作していると判定されれば、可変吸気バルブ機構以外の構成部品の異常と判定するようにしても良い。つまり、異常時吸入空気量制御の実行中に、気筒間ばらつき値が大きくなるということは、スロットル制御による吸入空気量制御によっても気筒間の吸入空気量ばらつきが小さくならないことを意味し、スロットルバルブの駆動系・制御系が故障している可能性があることを意味する。この場合、スロットルバルブの駆動系・制御系と可変吸気バルブ機構の両方が故障している可能性もあるため、可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを判定し、正常に動作していると判定されれば、可変吸気バルブ機構以外の構成部品（スロットルバルブの駆動系・制御系）の異常と判定することができる。

20

【0032】

この際、請求項 18 のように、可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを、吸気バルブの位置を検出するセンサの出力と該吸気バルブの制御量とを比較して判定するようにすると良い。このようにすれば、可変吸気バルブ機構が正常に動作しているか否かを正確に判定することができる。

30

【0033】

また、請求項 19 のように、吸入空気量制御手段により設定した吸気バルブの制御量及び／又はスロットルバルブの制御量を学習手段により学習し、吸入空気量制御手段は、学習手段で学習した制御量に基づいて今回の制御量を設定するようにしても良い。このようにすれば、制御システムの製造ばらつきや経時変化等の影響を受けずに、吸気バルブの制御量やスロットルバルブの制御量を速やかに適正值に制御することができる。

【0034】

【発明の実施の形態】

《実施形態（1）》

以下、本発明の実施形態（1）を図 1 乃至図 5 に基づいて説明する。まず、図 1 に基づいてエンジン制御システム全体の概略構成を説明する。内燃機関であるエンジン 11 の吸気管 12 の最上流部には、エアクリーナ 13 が設けられ、このエアクリーナ 13 の下流側に、吸入空気量を検出するエアフローメータ 14 が設けられている。このエアフローメータ 14 の下流側には、DC モータ等によって開度調節されるスロットルバルブ 15 とスロットル開度を検出するスロットル開度センサ 16 とが設けられている。

【0035】

更に、スロットルバルブ 15 の下流側には、サージタンク 17 が設けられ、このサージタンク 17 に、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ 18 が設けられている。また、サージタンク 17 には、エンジン 11 の各気筒に空気を導入する吸気マニホールド 19 が設け

40

50

られ、各気筒の吸気マニホールド 19 の吸気ポート近傍に、それぞれ燃料を噴射する燃料噴射弁 20 が取り付けられている。また、エンジン 11 のシリンダヘッドには、各気筒毎に点火プラグ 21 が取り付けられ、各点火プラグ 21 の火花放電によって筒内の混合気に着火される。

【0036】

また、エンジン 11 の吸気バルブ 28 と排気バルブ 29 には、それぞれバルブリフト量を可変する可変バルブリフト機構 30、31 が設けられている。更に、吸気バルブ 28 と排気バルブ 29 に、それぞれバルブタイミング（開閉タイミング）を可変する可変バルブタイミング機構を設けるようにしても良い。尚、排気バルブ 29 には、可変バルブリフト機構 31 を設けずに、可変バルブタイミング機構のみを設けるようにしても良い。

10

【0037】

一方、エンジン 11 の排気管 22 には、排出ガス中の CO、HC、NO_x 等を浄化する三元触媒等の触媒 23 が設けられ、この触媒 23 の上流側に、排出ガスの空燃比を検出する空燃比センサ 24 が設けられている。また、エンジン 11 のシリンダブロックには、冷却水温を検出する水温センサ 25 や、エンジン 11 のクランク軸が一定クランク角（例えば 30℃A）回転する毎にパルス信号を出力するクランク角センサ 26 が取り付けられている。このクランク角センサ 26 の出力信号に基づいてクランク角やエンジン回転速度が検出される。

【0038】

これら各種センサの出力は、エンジン制御回路（以下「ECU」と表記する）27 に入力される。この ECU 27 は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵された ROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて燃料噴射弁 20 の燃料噴射量や点火プラグ 21 の点火時期を制御する。

20

【0039】

次に、図 2 に基づいて吸気バルブ 28 の可変バルブリフト機構（可変吸気バルブリフト機構）30 の構成を説明する。尚、排気バルブ 29 の可変バルブリフト機構（可変排気バルブリフト機構）31 は、可変吸気バルブリフト機構 30 と実質的に同一構成であるため、説明を省略する。

【0040】

図 2 に示すように、吸気バルブ 28 を駆動するためのカムシャフト 32 とロッカーアーム 33 との間に、リンクアーム 34 が設けられ、このリンクアーム 34 の上方に、ステッピングモータ等のモータ 41 で回動駆動されるコントロールシャフト 35 が設けられている。コントロールシャフト 35 には、偏心カム 36 が一体的に回動可能に設けられ、この偏心カム 36 の軸心に対して偏心した位置に、リンクアーム 34 が支持軸（図示せず）を介して揺動可能に支持されている。このリンクアーム 34 の中央部には、揺動カム 38 が設けられ、この揺動カム 38 の側面が、カムシャフト 32 に設けられたカム 37 の外周面に当接している。また、リンクアーム 34 の下端部には、押圧カム 39 が設けられ、この押圧カム 39 の下端面が、ロッカーアーム 33 の中央部に設けられたローラ 40 の上端面に当接している。

30

【0041】

これにより、カムシャフト 32 の回転によってカム 37 が回転すると、そのカム 37 の外周面形状に追従してリンクアーム 34 の揺動カム 38 が左右に移動して、リンクアーム 34 が左右に揺動する。リンクアーム 34 が左右に揺動すると、押圧カム 39 が左右に移動するため、押圧カム 39 の下端面形状に応じてロッカーアーム 33 のローラ 40 が上下に移動して、ロッカーアーム 33 が上下に揺動する。このロッカーアーム 33 の上下動によって吸気バルブ 28 が上下動するようになっている。

40

【0042】

一方、コントロールシャフト 35 の回転によって偏心カム 36 が回転すると、リンクアーム 34 の支持軸の位置が移動して、リンクアーム 34 の押圧カム 39 とロッカーアーム 3

50

3のローラ40との初期の接触点位置が変化する。また、リンクアーム34の押圧カム39の下端面は、左側部分にロッカーアーム33の押圧量が0（吸気バルブ28のバルブリフト量が0）となるような曲率でベース曲面39aが形成され、このベース曲面39aから右方に向かうに従ってロッカーアーム33の押圧量が大きくなる（吸気バルブ28のバルブリフト量が大きくなる）ような曲率で押圧曲面39bが形成されている。

【0043】

吸気バルブ28のバルブリフト量を大きくする高リフトモードの場合には、コントロールシャフト35の回転によってリンクアーム34の押圧カム39とロッカーアーム33のローラ40との初期の接触点位置を右方に移動させる。これにより、カム37の回転によって押圧カム39が左右に移動したときに押圧カム39の下端面のうちローラ40に接触する区間が右方に移動するため、ロッカーアーム33の最大押圧量が大きくなって吸気バルブ28の最大バルブリフト量が大きくなると共に、ロッカーアーム33が押圧される期間が長くなって吸気バルブ28の開弁期間が長くなる。

10

【0044】

一方、吸気バルブ28のバルブリフト量を小さくする低リフトモードの場合には、コントロールシャフト35の回転によってリンクアーム34の押圧カム39とロッカーアーム33のローラ40との初期の接触点位置を左方に移動させる。これにより、カム37の回転によって押圧カム39が左右に移動したときに押圧カム39の下端面のうちローラ40に接触する区間が左方に移動するため、ロッカーアーム33の最大押圧量が小さくなって吸気バルブ28の最大バルブリフト量が小さくなると共に、ロッカーアーム33が押圧される期間が短くなって吸気バルブ28の開弁期間が短くなる。

20

【0045】

以上説明した可変吸気バルブリフト機構30では、モータ41でコントロールシャフト35を回転させてリンクアーム34の押圧カム39とロッカーアーム33のローラ40との初期の接触点位置を連続的に移動させれば、全気筒の吸気バルブ28の最大バルブリフト量と開弁期間（以下単に「バルブリフト量」という）を一括して連続的に可変することができる。

【0046】

ECU27は、アクセル開度等に基づいて設定した目標吸入空気量に応じて可変吸気バルブリフト機構30を制御して、吸気バルブ28のバルブリフト量を連続的に可変して吸入空気量を制御する。尚、可変吸気バルブリフト機構30と可変吸気バルブタイミング機構を併用したシステムの場合には、バルブリフト量とバルブタイミングの両方を連続的に可変して吸入空気量を制御するようにしても良い。

30

【0047】

このような可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御では、前述したように、ポンピングロス低減して燃費を向上させる効果があるが、バルブリフト量を小さくする低負荷時に燃焼状態が悪化してドライバビリティや排気エミッションに悪影響を及ぼす可能性がある。

【0048】

そこで、ECU27は、ROMに記憶された図3に示す吸入空気量制御プログラムを実行することで、回転変動等に基づいて燃焼不安定度を検出し、その燃焼不安定度が所定の判定値よりも大きく、燃焼状態が悪化傾向にあるときには、燃焼状態を安定させる方向にバルブリフト量やスロットル開度を補正する。一方、燃焼不安定度が所定の判定値以下で、燃焼状態が安定しているときには、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増加させる方向にバルブリフト量やスロットル開度を補正する。以下、ECU27が実行する図3の吸入空気量制御プログラムの処理内容を説明する。

40

【0049】

図3に示す吸入空気量制御プログラムは、イグニッションスイッチ（図示せず）のオン後に所定周期で実行され、特許請求の範囲でいう吸入空気量制御手段としての役割を果たす。本プログラムが起動されると、まず、ステップ101で、水温センサ25で検出した冷

50

却水温が所定の暖機判定水温 T_0 (例えば 80°C) よりも高いか否かによってエンジン 11 の暖機が完了したか否かを判定する。

【0050】

このステップ 101 で、暖機完了前と判定された場合には、ステップ 102 に進み、スロットルバルブ制御による吸入空気量制御を実行する。この場合、吸気バルブ 28 のバルブリフト量 (最大バルブリフト量と開弁期間) を例えば最大値に固定した状態で、スロットル開度のみを可変して吸入空気量を制御する。

【0051】

その後、ステップ 101 で、暖機完了後と判定されると、ステップ 103 に進み、図 4 (a) に示すスロットル開度学習値 GTA のマップを検索して、現在の運転状態 (エンジン回転速度 NE と目標吸入空気量 $Gntg$) に対応する運転領域のスロットル開度学習値 GTA を読み込み、それをスロットル開度 TA として設定する。

10

$$TA = GTA$$

【0052】

図 4 (a) のマップは、エンジン回転速度 NE と目標吸入空気量 $Gntg$ とをパラメータとする複数の運転領域に区分され、各運転領域毎に、それぞれスロットル開度学習値 GTA が記憶されている。

【0053】

この後、ステップ 104 に進み、図 4 (b) に示すバルブリフト学習値 GV_L のマップを検索して、現在の運転状態 (エンジン回転速度 NE と目標吸入空気量 $Gntg$) に対応する運転領域のバルブリフト学習値 GV_L を読み込み、それをバルブリフト量 VL として設定する。

20

$$VL = GV_L$$

【0054】

図 4 (b) のマップは、エンジン回転速度 NE と目標吸入空気量 $Gntg$ とをパラメータとする複数の運転領域に区分され、各運転領域毎に、それぞれバルブリフト学習値 GV_L が記憶されている。

【0055】

この後、ステップ 105 に進み、燃焼不安定度を算出する。各気筒の燃焼状態に応じて回転変動の値が変化するという関係に着目して、このステップ 105 では、回転変動に基づいて燃焼不安定度を次のようにして算出する。まず、クランク角センサ 26 の出力信号に基づいてクランク軸が所定クランク角 (例えば 30°CA) 回転するのに要した時間 $T30$ を算出し、各気筒の燃焼行程に対応する期間毎に $T30$ の最大値と最小値の差に基づいて各気筒の回転変動 ΔNE を算出する。そして、各気筒の回転変動 ΔNE のばらつき度合 (例えば標準偏差) を算出し、それを燃焼不安定度とする。このステップ 105 の処理が特許請求の範囲でいう燃焼不安定度検出手段としての役割を果たす。

30

【0056】

尚、各気筒の燃焼状態に応じて筒内圧力やイオン電流も変化するため、ステップ 105 で筒内圧力やイオン電流に基づいて燃焼不安定度を算出するようにしても良い。

【0057】

筒内圧力に基づいて燃焼不安定度を算出する場合は、各気筒にそれぞれ筒内圧力センサ (図示せず) を設け、各気筒の燃焼行程に対応する期間毎に各気筒の筒内圧力センサで検出した筒内圧力 (図 5 参照) に基づいて筒内圧力特性値 (例えば筒内圧力のピーク値、平均値、面積、所定クランク角の筒内圧力検出値等) を算出する。そして、各気筒の筒内圧力特性値のばらつき度合 (例えば標準偏差) を算出して燃焼不安定度とする。

40

【0058】

一方、イオン電流に基づいて燃焼不安定度を算出する場合は、各気筒の燃焼行程に対応する期間毎に各気筒の点火プラグ 21 を介して検出したイオン電流に基づいてイオン電流特性値 (ピーク値、平均値、面積、所定クランク角のイオン電流検出値等) を算出し、各気筒のイオン電流特性値のばらつき度合 (例えば標準偏差) を算出して燃焼不安定度とする

50

。

また、回転変動、筒内圧力、イオン電流のうちの2つ以上に基づいて燃焼不安定度を算出するようにしても良い。

【0059】

燃焼不安定度の算出後、ステップ106に進み、燃焼不安定度を所定の判定値 K_{rough} と比較して、燃焼不安定度が判定値 K_{rough} よりも大きければ、燃焼状態が悪化傾向にあると判断して、ステップ107に進み、燃焼状態を安定させるために、次式によりバルブリフト量 V_L を所定量 k_{VL1} だけ増量補正する。

$$V_L = V_L + k_{VL1}$$

【0060】

これに対して、ステップ106で、燃焼不安定度が判定値 K_{rough} 以下であると判定された場合には、燃焼状態が安定していると判断して、ステップ108に進み、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増加させるために、次式によりバルブリフト量 V_L を所定量 k_{VL2} だけ減量補正する。

$$V_L = V_L - k_{VL2}$$

【0061】

上記ステップ107又は108でバルブリフト量 V_L を増量補正又は減量補正した後、以下のステップ109～111の処理によって、バルブリフト量 V_L の補正によるエンジン回転速度 NE の変化（吸入空気量 GN の変化）を抑えるように、スロットル開度 TA を減量補正又は増量補正する。

【0062】

まず、ステップ109で、エンジン回転速度 NE を目標回転速度 NE_{tg} と比較し、エンジン回転速度 NE が目標回転速度 NE_{tg} よりも高ければ、ステップ110に進み、次式によりスロットル開度 TA を所定量 k_{TA1} だけ減量補正する。

$$TA = TA - k_{TA1}$$

【0063】

これに対して、エンジン回転速度 NE が目標回転速度 NE_{tg} 以下であると判定された場合には、ステップ111に進み、次式によりスロットル開度 TA を所定量 k_{TA2} だけ増量補正する。

$$TA = TA + k_{TA2}$$

【0064】

尚、上記ステップ109で、吸入空気量 GN が目標吸入空気量 GN_{tg} よりも多いか否かを判定するようにしても良い。また、一般に、アイドル運転時は、出力トルクよりもエンジン回転速度 NE の安定性を重要視し、アイドル運転以外の通常運転時は、エンジン回転速度 NE の安定性よりも出力トルク（吸入空気量 GN ）を重要視するため、アイドル運転時には、上記ステップ109で、エンジン回転速度 NE が目標回転速度 NE_{tg} よりも高いか否かを判定し、アイドル運転以外の通常運転時には、上記ステップ109で、吸入空気量 GN が目標吸入空気量 GN_{tg} よりも多いか否かを判定するようにしても良い。

【0065】

上記ステップ110又は111でスロットル開度 TA を減量補正又は増量補正した後、ステップ112に進み、上記ステップ103で読み込んだ運転領域のスロットル開度学習値 G_{TA} を補正後のスロットル開度 TA で更新する。

$$G_{TA} = TA$$

【0066】

この後、ステップ113に進み、上記ステップ104で読み込んだ運転領域のバルブリフト学習値 G_{VL} を補正後のバルブリフト量 V_L で更新する。

$$G_{VL} = V_L$$

これらのステップ112及び113の処理が特許請求の範囲でいう学習手段としての役割を果たす。

【0067】

以上説明した本実施形態（１）によれば、回転変動等に基づいて燃焼不安定度を検出し、その燃焼不安定度が判定値 K_{rough} よりも大きく、燃焼状態が悪化傾向にあるときには、燃焼状態を安定させるようにバルブリフト量 V_L を増量補正し、燃焼不安定度が判定値 K_{rough} 以下で、燃焼状態が安定しているときには、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増加させるようにバルブリフト量 V_L を減量補正する。更に、バルブリフト量 V_L の補正によるエンジン回転速度 N_E の変化（吸入空気量 G_N の変化）を抑えるように、スロットル開度 T_A を減量補正又は増量補正する。これにより、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御によって発生する燃焼状態の悪化を防止してドライバビリティや排気エミッションを向上させながら、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の燃費向上効果を増大させることができる。

10

【0068】

また、本実施形態（１）では、燃焼不安定度に基づいて設定したバルブリフト量 V_L 、スロットル開度 T_A をバルブリフト学習値 G_{VL} 、スロットル開度学習値 G_{TA} として記憶しておき、これらのバルブリフト学習値 G_{VL} 、スロットル開度学習値 G_{TA} を補正して次のバルブリフト量 V_L 、スロットル開度 T_A を設定するようにしたので、制御システムの製造ばらつきや経時変化等の影響を受けずに、バルブリフト量 V_L やスロットル開度 T_A を速やかに適正值に制御することができる。

【0069】

《実施形態（２）》

次に、本発明の実施形態（２）を図６及び図７を用いて説明する。

20

可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御では、バルブリフト量を小さくする低負荷時に、気筒間の吸入空気量ばらつきが大きくなって、気筒間のトルクばらつきや空燃比ばらつきが大きくなり、ドライバビリティや排気エミッションが悪化する懸念がある。

【0070】

そこで、本実施形態（２）では、図６に示す吸入空気量制御プログラムを実行することで、気筒間の吸入空気量ばらつきを表す気筒間ばらつき値を検出し、その気筒間ばらつき値が所定の判定値よりも大きいときには、気筒間ばらつきを小さくする方向にバルブリフト量やスロットル開度を補正する。一方、気筒間ばらつき値が所定の判定値以下のときには、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増加させる方向にバルブリフト量やスロットル開度を補正する。

30

【0071】

図６のプログラムは、前記実施形態（１）で説明した図３のプログラムのステップ１０５、１０６の処理をステップ１０５a、１０６aの処理に変更したものであり、それ以外の処理は図３と同じである。

【0072】

図６の吸入空気量制御プログラムが起動されると、ステップ１０１～１０４で、暖機完了後に現在の運転状態に対応する運転領域のスロットル開度学習値 G_{TA} を読み込み、それをスロットル開度 T_A として設定すると共に、現在の運転状態に対応する運転領域のバルブリフト学習値 G_{VL} を読み込み、それをバルブリフト量 V_L として設定する。

【0073】

この後、ステップ１０５aに進み、気筒間の吸入空気量ばらつきを表す気筒間ばらつき値を算出する。図７に示すように、エンジン１１の吸気管１２内には、各気筒の吸気行程に対応して吸気脈動が発生するので、吸気管圧力センサ１８で検出した吸気管圧力の波形は、各気筒の吸気行程に対応した脈動波形、つまり、各気筒の吸入空気量を反映した脈動波形となる。

40

【0074】

そこで、このステップ１０５aでは、吸気管圧力センサ１８で検出した吸気管圧力に基づいて気筒間ばらつき値を算出する。この場合、各気筒の吸気行程に対応する期間毎に吸気管圧力センサ１８で検出した吸気管圧力に基づいて吸気管圧力特性値（極小値、極大値、平均値、振幅値、面積、軌跡長等）を算出する。そして、各気筒の吸気管圧力特性値のば

50

らつき度合（例えば標準偏差）を算出し、それを気筒間ばらつき値とする。このステップ 105 a の処理が特許請求の範囲でいう気筒間ばらつき検出手段としての役割を果たす。

【0075】

尚、吸入空気の逆流も検出可能なエアフロメータ 14 が用いられている場合は、エアフロメータ 14 で検出した吸入空気量の波形も、各気筒の吸気行程に対応した脈動波形、つまり、各気筒の吸入空気量を反映した脈動波形となるため、エアフロメータ 14 で検出した吸入空気量に基づいて気筒間ばらつき値を算出するようにしても良い。この場合、各気筒の吸気行程に対応する期間毎にエアフロメータ 14 で検出した吸入空気量に基づいて吸入空気量特性値（極小値、極大値、平均値、振幅値、面積、軌跡長等）を算出し、各気筒の吸入空気量特性値のばらつき度合（例えば標準偏差）を算出して気筒間ばらつき値を求め

10

【0076】

或は、各気筒の吸気マニホールド 19 にそれぞれ吸入空気量センサを設け、各気筒の吸入空気量センサで検出した各気筒の吸入空気量に基づいて気筒間ばらつき値を算出するようにしても良い。

【0077】

また、各気筒の吸入空気量に応じて各気筒の排出ガスの空燃比が変化するため、空燃比センサ 24 で検出した排出ガスの空燃比に基づいて気筒間ばらつき値を算出するようにしても良い。この場合、エンジン 11 から排出された排出ガスが空燃比センサ 24 で検出されるまでに要する排気系の遅れ時間を考慮して、空燃比センサ 24 の出力信号に基づいて各

20

【0078】

或は、各気筒の排気行程に対応する期間毎に空燃比センサ 24 で検出した空燃比に基づいて空燃比特性値（平均値、面積、軌跡長等）を算出し、各気筒の空燃比特性値のばらつき度合（例えば標準偏差）を算出して気筒間ばらつき値を求めるようにしても良い。

【0079】

また、各気筒の吸入空気量に応じて各気筒の燃焼状態が変化し、その燃焼状態に応じて回転変動、筒内圧力、イオン電流が変化するため、回転変動、筒内圧力、イオン電流に基づいて気筒間ばらつき値を算出するようにしても良い。

30

【0080】

回転変動に基づいて気筒間ばらつき値を算出する場合は、各気筒の燃焼行程に対応する期間毎に T 30 の最大値と最小値の差に基づいて各気筒の回転変動 $\Delta N E$ を算出し、各気筒の回転変動 $\Delta N E$ のばらつき度合（例えば標準偏差）を算出して気筒間ばらつき値を求める。

【0081】

筒内圧力に基づいて気筒間ばらつき値を算出する場合は、各気筒の燃焼行程に対応する期間毎に各気筒の筒内圧力センサで検出した筒内圧力（図 5 参照）に基づいて筒内圧力特性値（ピーク値、平均値、面積、軌跡長等）を算出し、各気筒の筒内圧力特性値のばらつき度合（例えば標準偏差）を算出して気筒間ばらつき値とする。

40

【0082】

或は、各気筒の点火直前の筒内圧力値又は点火前の所定期間の筒内圧力特性値（平均値、面積、軌跡長等）に基づいて気筒間ばらつき値を算出するようにしても良い。

【0083】

また、イオン電流に基づいて気筒間ばらつき値を算出する場合は、各気筒の燃焼行程に対応する期間毎に各気筒の点火プラグ 21 を介して検出したイオン電流に基づいてイオン電流特性値（ピーク値、平均値、面積等）を算出し、各気筒のイオン電流特性値のばらつき度合（例えば標準偏差）を算出して気筒間ばらつき値を求める。

また、吸気管圧力、吸入空気量、空燃比、回転変動、筒内圧力、イオン電流のうちの 2 つ以上に基づいて気筒間ばらつき値を算出するようにしても良い。

50

【0084】

気筒間ばらつき値の算出後、ステップ106aに進み、気筒間ばらつき値を判定値 K_{rough} と比較して、気筒間ばらつき値が判定値 K_{rough} よりも大きければ、ステップ107に進み、気筒間の吸入空気量ばらつきを小さくするために、バルブリフト量 V_L を所定量 k_{VL1} だけ増量補正する。

【0085】

これに対して、ステップ106aで、気筒間ばらつき値が判定値 K_{rough} 以下であると判定された場合には、ステップ108に進み、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増加させるために、バルブリフト量 V_L を所定量 k_{VL2} だけ減量補正する。

10

【0086】

この後、バルブリフト量 V_L の補正によるエンジン回転速度 NE の変化（吸入空気量 GN の変化）を抑えるように、スロットル開度 TA を減量補正又は増量補正する（ステップ109～111）。

【0087】

この後、スロットル開度学習値 G_{TA} を補正後のスロットル開度 TA で更新すると共に、バルブリフト学習値 G_{VL} を補正後のバルブリフト量 V_L で更新する（ステップ112、113）。

【0088】

以上説明した本実施形態（2）では、気筒間の吸入空気量ばらつきを表す気筒間ばらつき値を検出し、その気筒間ばらつき値が判定値 K_{rough} よりも大きいときには、気筒間の吸入空気量ばらつきを小さくするようにバルブリフト量 V_L を増量補正し、気筒間ばらつき値が判定値 K_{rough} 以下のときには、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の効果を増加させるようにバルブリフト量 V_L を減量補正する。更に、バルブリフト量 V_L の補正によるエンジン回転速度 NE の変化（吸入空気量 GN の変化）を抑えるように、スロットル開度 TA を減量補正又は増量補正する。これにより、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御によって発生する気筒間の吸入空気量ばらつきを少なくしてドライバビリティや排気エミッションを向上させながら、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の燃費向上効果を増大させることができる。

20

【0089】

尚、上記各実施形態（1）、（2）では、まず、燃焼不安定度（又は気筒間ばらつき値）に基づいてバルブリフト量 V_L を補正した後に、スロットル開度 TA を補正したが、これとは逆に、まず、燃焼不安定度（又は気筒間ばらつき値）に基づいてスロットル開度 TA を補正した後に、バルブリフト量 V_L を補正するようにしても良い。

30

【0090】

また、上記各実施形態（1）、（2）では、可変バルブリフト機構30、31の駆動源としてステッピングモータを用いたが、これ以外の電磁アクチュエータを用いたり、或は、油圧アクチュエータを用いても良い。或は、吸気バルブ28や排気バルブ29を電磁アクチュエータで直接駆動することによってバルブリフト量、バルブタイミング等を可変するようにしても良い。

40

【0091】

《実施形態（3）》

次に、本発明の実施形態（3）を図8乃至図11を用いて説明する。本実施形態（3）は、前記実施形態（1）又は前記実施形態（2）と組み合わせて実施すれば良い。

【0092】

本実施形態（3）では、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御の実行領域を、燃焼安定性のある程度確保できる領域（又は気筒間の吸入空気量ばらつきをある程度少なくできる領域）に限定すると共に、異常診断機能とフェールセーフ機能を持たせている。以下、これらの機能を実現する各プログラムの処理内容を説明する。

【0093】

50

〔可変吸気バルブ制御実行フラグセット／リセット〕

図 8 に示す可変吸気バルブ制御実行フラグセット／リセットプログラムは、イグニッションスイッチ（図示せず）のオン後に所定周期で実行され、特許請求の範囲でいう制御量制限制御手段としての役割も果たす。本プログラムが起動されると、まず、ステップ 201 で、燃焼不安定度が所定値 K_1 以上であるか否か（又は気筒間ばらつき値が所定値 K_2 以上であるか否か）を判定する。ここで、所定値 K_1 （又は K_2 ）は、可変吸気バルブ制御の実行領域の境界を定める判定値であり、実験やシミュレーション等で適当な値を設定すれば良い。

【0094】

燃焼不安定度が所定値 K_1 より小さい場合（又は気筒間ばらつき値が所定値 K_2 よりも小さい場合）は、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を行っても、燃焼安定性を確保できる（又は気筒間の吸入空気量ばらつきを小さくできる）と判断して、ステップ 202 に進み、可変吸気バルブ制御実行フラグを「1」にセットして、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を実行する。

10

【0095】

これに対して、燃焼不安定度が所定値 K_1 以上である場合（又は気筒間ばらつき値が所定値 K_2 以上である場合）は、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を行うと、燃焼状態が悪化する可能性（又は気筒間の吸入空気量ばらつきが大きくなる可能性）があると判断して、ステップ 203 に進み、可変吸気バルブ制御実行フラグを「0」にリセットして、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を禁止して、バルブリフト量 V_L を最大バルブリフト量 V_{Lmax} に固定し、スロットル制御による吸入空気量制御を実行する。この際、バルブリフト量 V_L を最大バルブリフト量 V_{Lmax} 以外のリフト量に固定しても良い。

20

【0096】

尚、本プログラムでは、燃焼不安定度が所定値 K_1 以上である場合（又は気筒間ばらつき値が所定値 K_2 以上である場合）に可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を禁止して、バルブリフト量 V_L を固定するようにしたが、燃焼不安定度が所定値 K_1 以上である場合（又は気筒間ばらつき値が所定値 K_2 以上である場合）に、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を禁止せずに、可変吸気バルブ制御のバルブリフト量 V_L を所定のガード値でガード処理するようにしたり、或は、バルブリフト量 V_L の可変範囲を狭めるようにしても良く、要は、バルブリフト量 V_L の可変範囲を適度に制限するようにすれば良い。この際、可変吸気バルブ制御とスロットル制御とを併用して吸入空気量を制御するようにしても良い。

30

【0097】

〔異常診断〕

図 9 に示す異常診断プログラムは、イグニッションスイッチ（図示せず）のオン後に所定周期で実行され、特許請求の範囲でいう異常診断としての役割を果たす。本プログラムが起動されると、まず、ステップ 211 で、目標空気量に基づいてマップ等により異常判定値 K_3 を算出する。この後、ステップ 212、213 で、次の 2 つの条件 ▲1 ▼、▲2 ▼を満たすか否かで、異常診断実行条件が成立しているか否かを判定する。

40

【0098】

▲1 ▼エンジン回転速度が所定範囲内であること（ステップ 212）

▲2 ▼エンジン負荷が所定範囲内であること（ステップ 213）

これら 2 つの条件 ▲1 ▼、▲2 ▼のいずれか一方でも満たさない条件があれば、異常診断実行条件が成立せず、そのまま本プログラムを終了する。

【0099】

これに対して、上記 2 つの条件 ▲1 ▼、▲2 ▼を同時に満たせば、異常診断実行条件が成立して、次のステップ 214 に進み、スロットル開度 T_A が前記ステップ 211 で算出した異常判定値 K_3 以下であるか否かで、吸入空気量制御系の構成部品の異常の有無を判定する。その結果、スロットル開度 T_A が異常判定値 K_3 以下と判定されれば、吸入空気量

50

制御系の構成部品の異常有りと判断して、ステップ 215 に進み、異常判定フラグ X f a i l を異常有りを意味する「1」にセットすると共に、可変吸気バルブ制御実行フラグを「0」にリセットして、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を禁止して、バルブリフト量 V L を最大バルブリフト量 V L m a x に固定し、スロットル制御により吸入空気量を制御する異常時吸入空気量制御を実行する。この際、バルブリフト量 V L を最大バルブリフト量 V L m a x 以外のリフト量に固定しても良い。

【0100】

これに対して、上記ステップ 214 で、スロットル開度 T A が異常判定値 K 3 よりも大きいと判定されれば、吸入空気量制御系の構成部品の異常無しと判断して、ステップ 216 に進み、異常判定フラグ X f a i l を異常無しを意味する「0」にリセットすると共に、可変吸気バルブ制御実行フラグを「1」にセットして、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を実行する。

10

【0101】

[異常箇所判定]

図 10 に示す異常箇所判定プログラムは、イグニッションスイッチ（図示せず）のオン後に所定周期で実行され、前記図 9 の異常診断プログラムと共に特許請求の範囲でいう異常診断としての役割を果たす。

【0102】

本プログラムが起動されると、まず、ステップ 221 で、異常判定フラグ X f a i l が異常有りを意味する「1」にセットされているか否かを判定し、異常判定フラグ X f a i l が異常無しを意味する「0」であれば、以降の処理を行うことなく、本プログラムを終了する。

20

【0103】

これに対して、異常判定フラグ X f a i l が異常有りを意味する「1」にセットされていれば、ステップ 222 に進み、燃焼不安定度が所定値 K 4 以下であるか否か（又は気筒間ばらつき値が所定値 K 5 以下であるか否か）を判定する。ここで、所定値 K 4（又は K 5）は、可変吸気バルブリフト機構 30 の故障の有無を判定する判定値であり、実験やシミュレーション等で適当な値を設定すれば良い。

【0104】

このステップ 222 で、燃焼不安定度が所定値 K 4 以下である（又は気筒間ばらつき値が所定値 K 5 以下である）と判定されれば、ステップ 223 に進み、可変吸気バルブリフト機構 30 の故障と判定する。

30

【0105】

一方、燃焼不安定度が所定値 K 4 よりも大きい（又は気筒間ばらつき値が所定値 K 5 よりも大きい）と判定されれば、ステップ 224 に進み、後述する図 11 の可変吸気バルブリフト機構異常診断プログラムによる診断結果に基づいて、可変吸気バルブリフト機構 30 が正常であるか否かを判定する。その結果、可変吸気バルブリフト機構 30 が正常であると判定されれば、ステップ 225 に進み、可変吸気バルブリフト機構 30 以外の構成部品の故障と判定する。また、可変吸気バルブリフト機構 30 が正常でないと判定されれば、ステップ 223 に進み、可変吸気バルブリフト機構 30 の故障と判定する。

40

【0106】

[可変吸気バルブリフト機構異常診断]

図 11 に示す可変吸気バルブリフト機構異常診断プログラムは、イグニッションスイッチ（図示せず）のオン後に所定周期で実行され、前記図 9 及び図 10 のプログラムと共に特許請求の範囲でいう異常診断としての役割を果たす。本プログラムでは、実バルブリフト量が目標バルブリフト量に収束するのに要する時間に基づいて可変吸気バルブリフト機構 30 の故障の有無を次のようにして判定する。まず、ステップ 231 で、目標バルブリフト量の変化量が所定値 K 6 以下であるか否かを判定し、もし、目標バルブリフト量の変化量が所定値 K 6 よりも大きければ、以降の処理を行うことなく、本プログラムを終了する。

50

【0107】

これに対して、上記ステップ231で、目標バルブリフト量の変化量が所定値K6以下と判定されれば、ステップ232に進み、リフトセンサ（図示せず）で検出した吸気バルブ28の実バルブリフト量が目標バルブリフト量に所定時間K7以内に収束したか否かを判定する。ここで、所定時間K7は、目標バルブリフト量の変化量が所定値K6のときに実バルブリフト量が目標バルブリフト量に収束するのに要する時間の正常範囲の最長時間に相当し、実験やシミュレーション等で適当な値を設定すれば良い。

【0108】

上記ステップ232で、実バルブリフト量が目標バルブリフト量に所定時間K7以内に収束したと判定されれば、ステップ233に進み、可変吸気バルブリフト機構30が正常と判定する。これに対して、実バルブリフト量が目標バルブリフト量に所定時間K7以内に収束しなかったと判定されれば、ステップ234に進み、可変吸気バルブリフト機構30が故障と判定する。

10

【0109】

以上説明した本実施形態（3）によれば、運転条件等によって燃焼状態がある程度悪化した状態（又は気筒間の吸入空気量ばらつきがある程度大きくなった状態）で、バルブリフト量VLを変化させると、益々、燃焼状態が悪化する可能性がある（又は気筒間の吸入空気量ばらつきが大きくなる可能性がある）ことを考慮して、燃焼不安定度が所定値K1以上である場合（又は気筒間ばらつき値が所定値K2以上である場合）は、バルブリフト量VLを固定するようにしたので、燃焼状態がある程度悪化した状態（又は気筒間の吸入空気量ばらつきがある程度大きくなった状態）で、バルブリフト量VLを無理に変化させて、益々、燃焼状態を悪化させてしまう（又は気筒間の吸入空気量ばらつきを大きくしてしまう）という悪循環を回避することができる。

20

【0110】

また、通常の運転中は、ポンピングロスを低減して燃費を向上させるために、スロットルバルブ15を大きく開いた状態で、バルブリフト量VLを可変して吸入空気量を制御するため、スロットル開度は大きく開いた状態となっているという事情を考慮して、スロットル開度が異常判定値K3以下であるか否かで、吸入空気量制御系の構成部品の異常の有無を判定するようにしたので、新たなセンサ類を追加することなく、異常診断の機能を低コスト化の要求を満たしながら実現することができる。

30

【0111】

しかも、吸入空気量制御系の構成部品の異常を検出したときに、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を禁止し、バルブリフト量VLを最大バルブリフト量VLmaxに固定して、信頼性の高いスロットル制御により吸入空気量を制御する異常時吸入空気量制御を実行するようにしたので、異常検出時に、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を実行する場合よりも吸入空気量を精度良く制御できる可能性が高い。

【0112】

この異常時吸入空気量制御の実行中は、スロットル制御によって吸入空気量を制御するため、異常時吸入空気量制御（スロットル制御）によって燃焼不安定度が小さくなる（又は気筒間ばらつき値が小さくなる）ということは、スロットル制御による吸入空気量制御によって安定した燃焼状態が得られる（又は気筒間の吸入空気量ばらつきが小さくなる）ことを意味し、ひいては、スロットル制御によって吸入空気量が精度良く制御されていること（スロットルバルブ15の駆動系・制御系が正常であること）を意味する。

40

【0113】

この点を考慮して、本実施形態（3）では、異常時吸入空気量制御の実行中に燃焼不安定度が所定値K4以下であるか否か（又は気筒間ばらつき値が所定値K5以下であるか否か）によって、可変吸気バルブリフト機構30の故障の有無を判定するようにしたので、新たなセンサ類を追加することなく、可変吸気バルブリフト機構30の異常診断の機能を低コスト化の要求を満たしながら実現することができる。

【図面の簡単な説明】

50

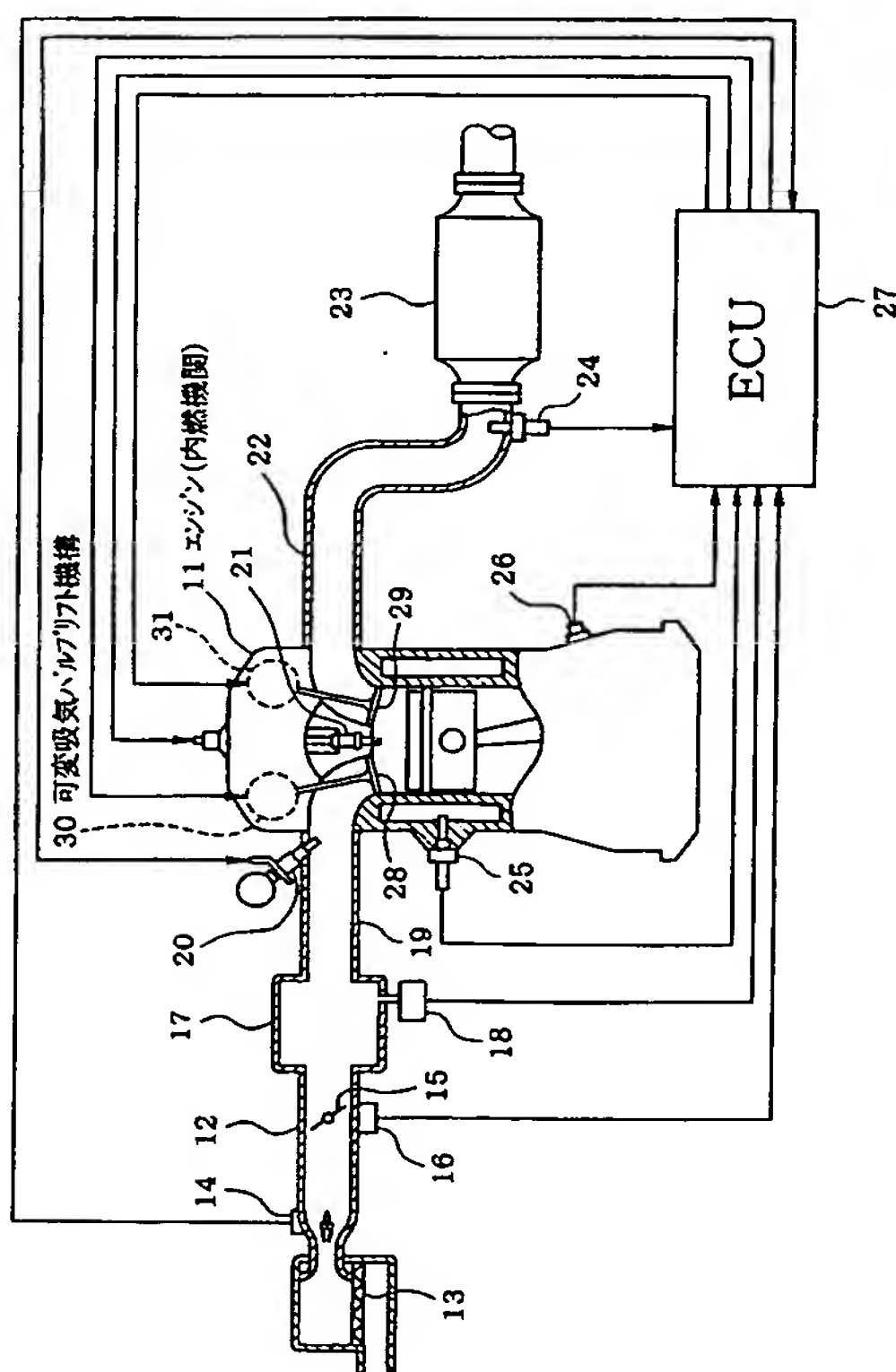
- 【図 1】 本発明の実施形態（１）におけるエンジン制御システム全体の概略構成図
 【図 2】 可変バルブリフト機構の正面図
 【図 3】 実施形態（１）の吸入空気量制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート
 【図 4】 （a）はスロットル開度学習値 G T A のマップを概念的に示す図、（b）はバルブリフト学習値 G V L のマップを概念的に示す図
 【図 5】 筒内圧力の挙動を示すタイムチャート
 【図 6】 実施形態（２）の吸入空気量制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート
 【図 7】 吸気管圧力の挙動を示すタイムチャート
 【図 8】 実施形態（３）の可変吸気バルブ制御実行フラグセット／リセットプログラムの処理の流れを示すフローチャート
 【図 9】 実施形態（３）の異常診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート
 【図 10】 実施形態（３）の異常箇所判定プログラムの処理の流れを示すフローチャート
 【図 11】 実施形態（３）の可変吸気バルブリフト機構異常診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート
 【符号の説明】

1 1 …エンジン（内燃機関）、1 2 …吸気管、1 4 …エアフローメータ、1 5 …スロットルバルブ、1 8 …吸気管圧力センサ、2 0 …燃料噴射弁、2 1 …点火プラグ、2 2 …排気管、2 4 …空燃比センサ、2 6 …クランク角センサ、2 7 …ECU（吸入空気量制御手段、燃焼不安定度検出手段、気筒間ばらつき検出手段、学習手段、制御量制限手段、異常判定手段）、2 8 …吸気バルブ、2 9 …排気バルブ、3 0、3 1 …可変バルブリフト機構。

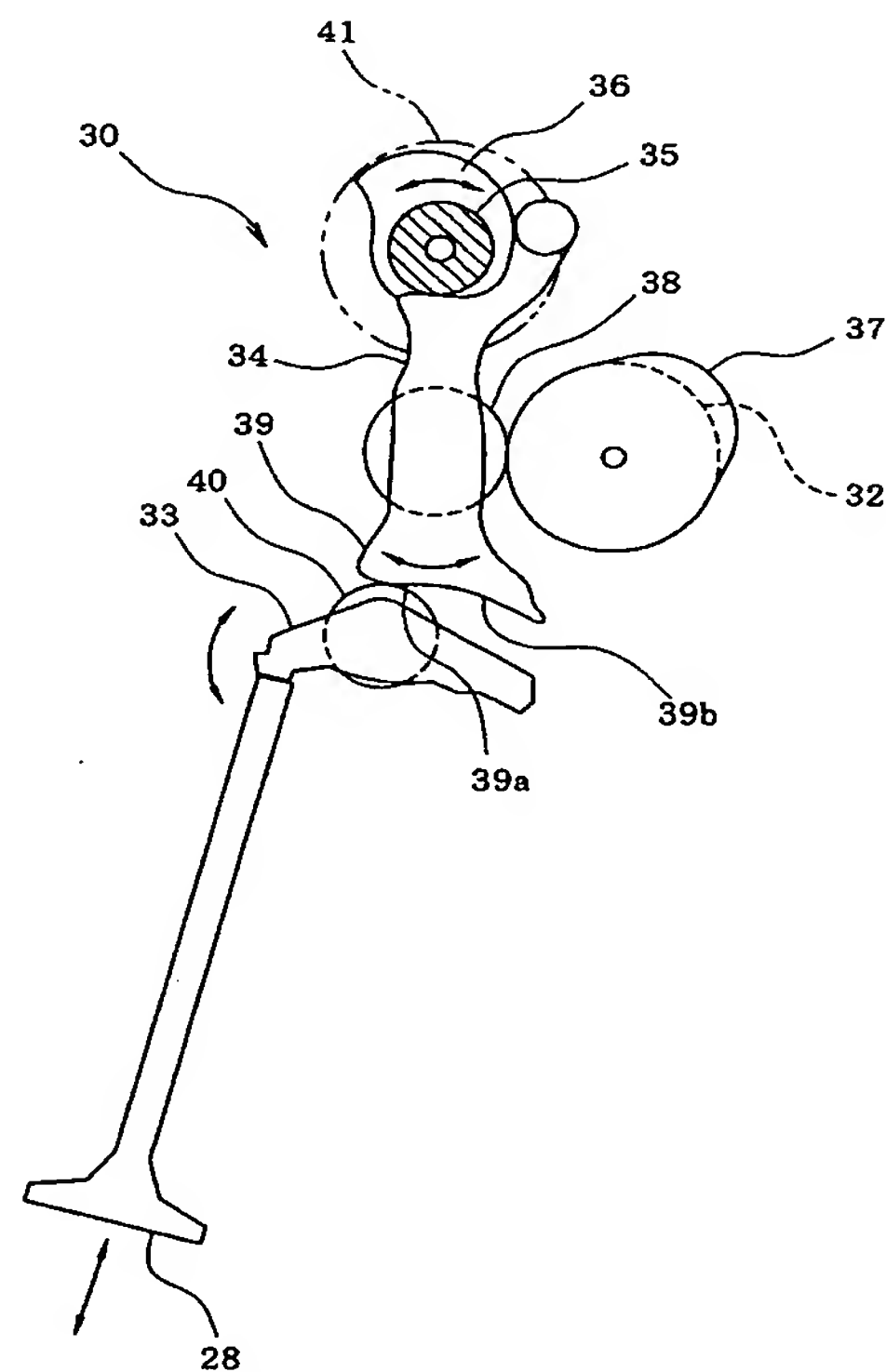
10

20

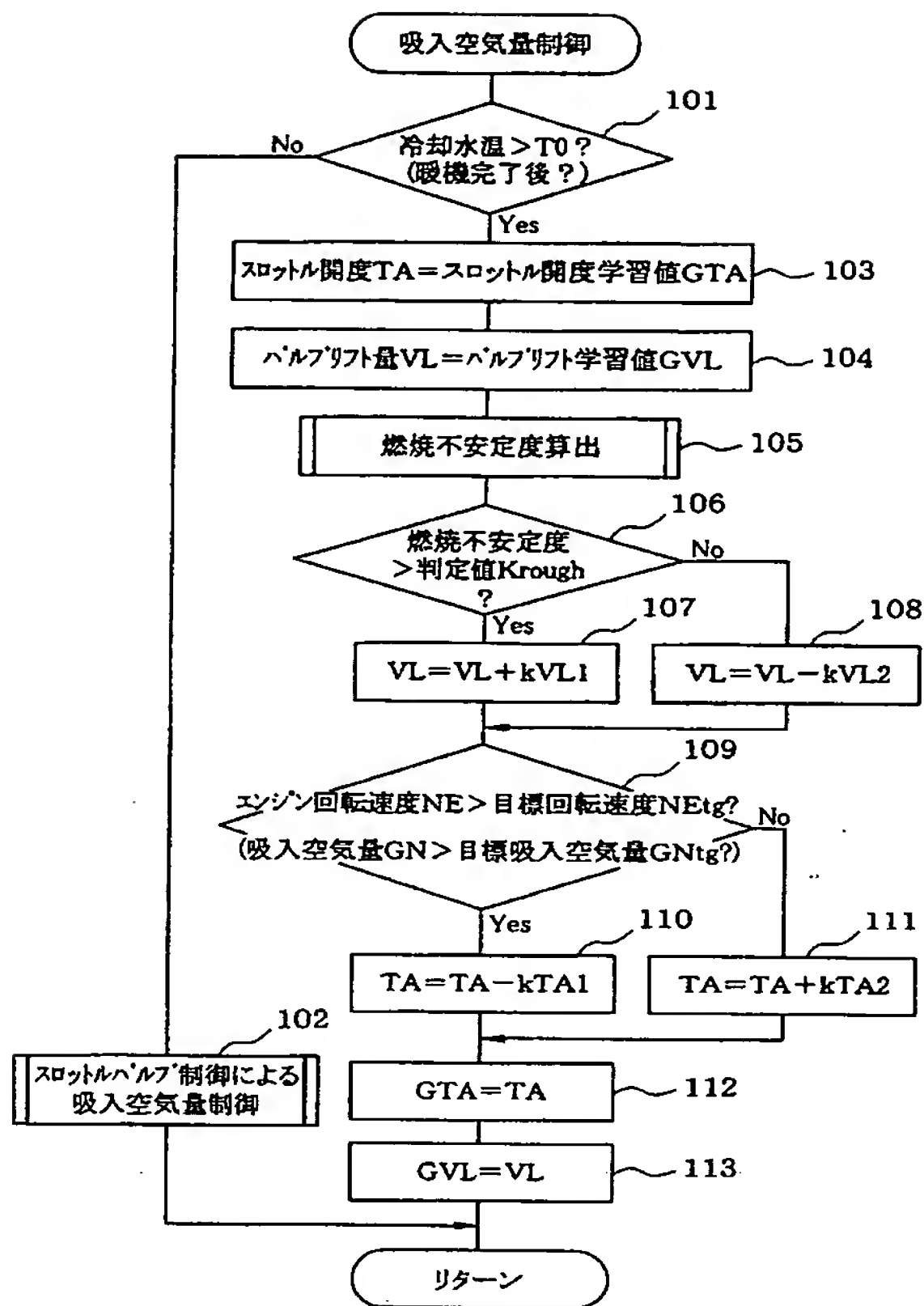
【図 1】



【図 2】

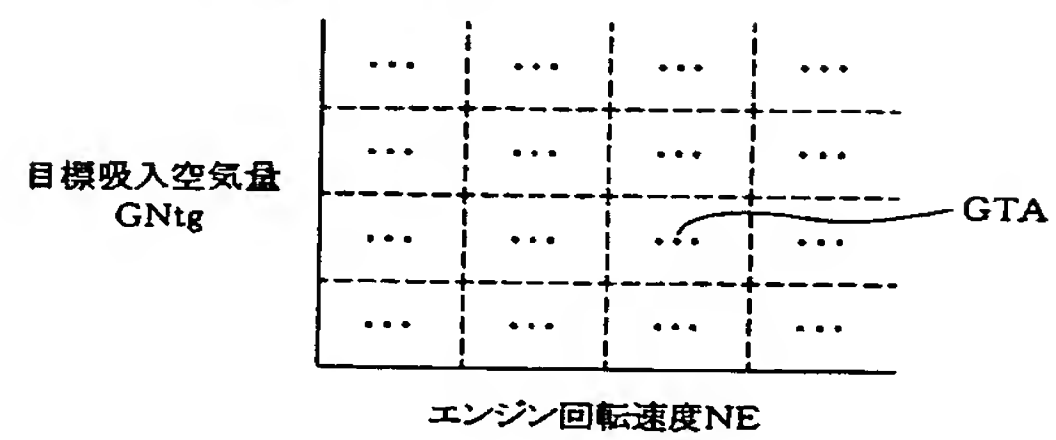


【図 3】

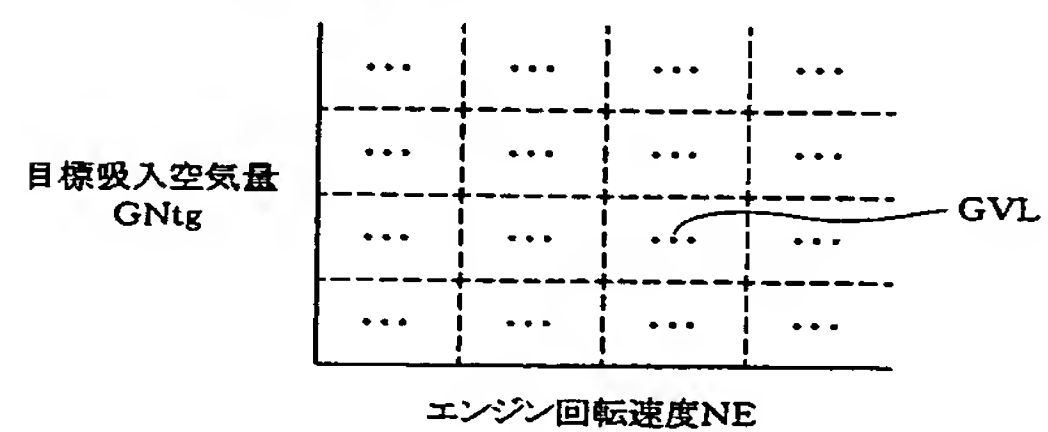


【図 4】

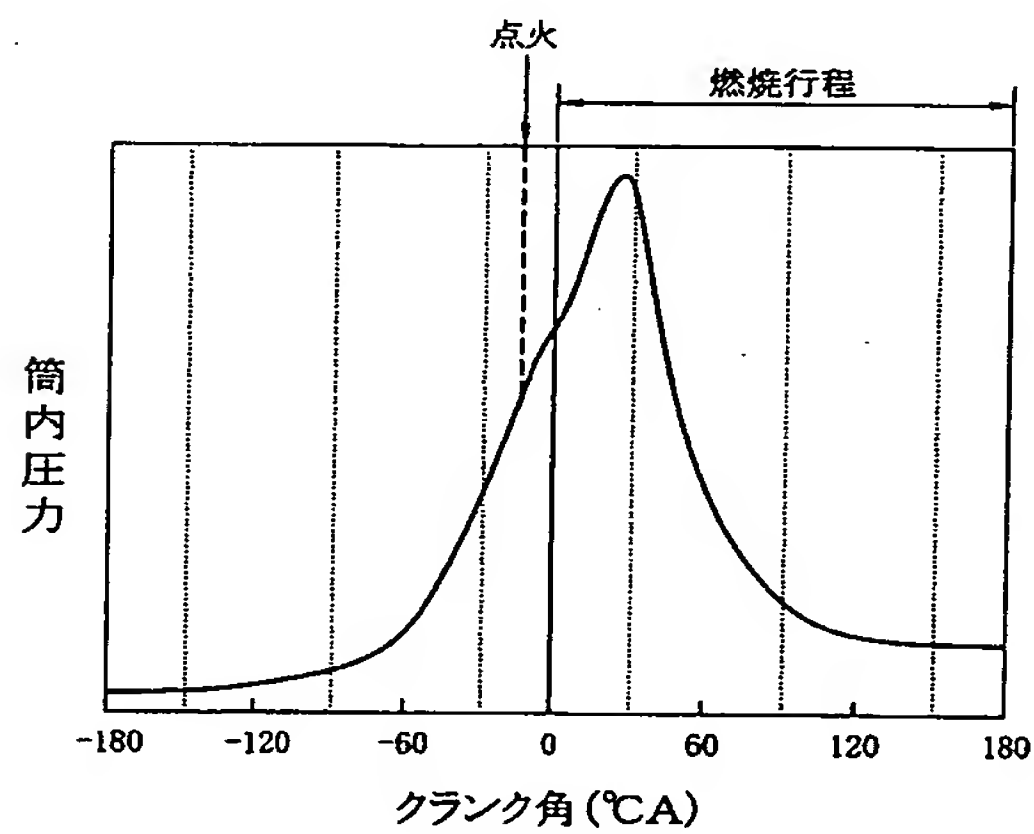
(a) スロットル開度学習値 GTA のマップ



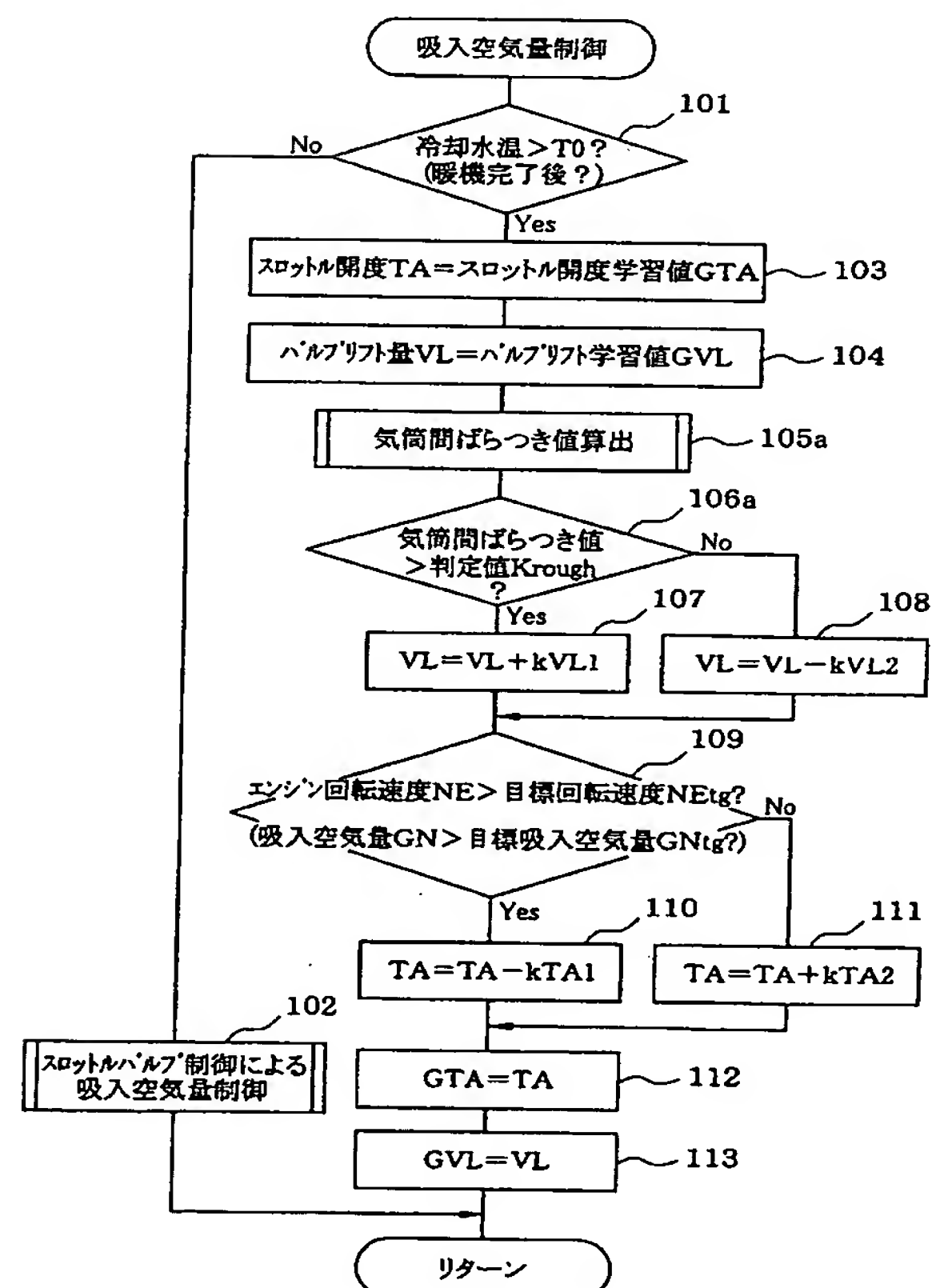
(b) バルブリフト学習値 GVL のマップ



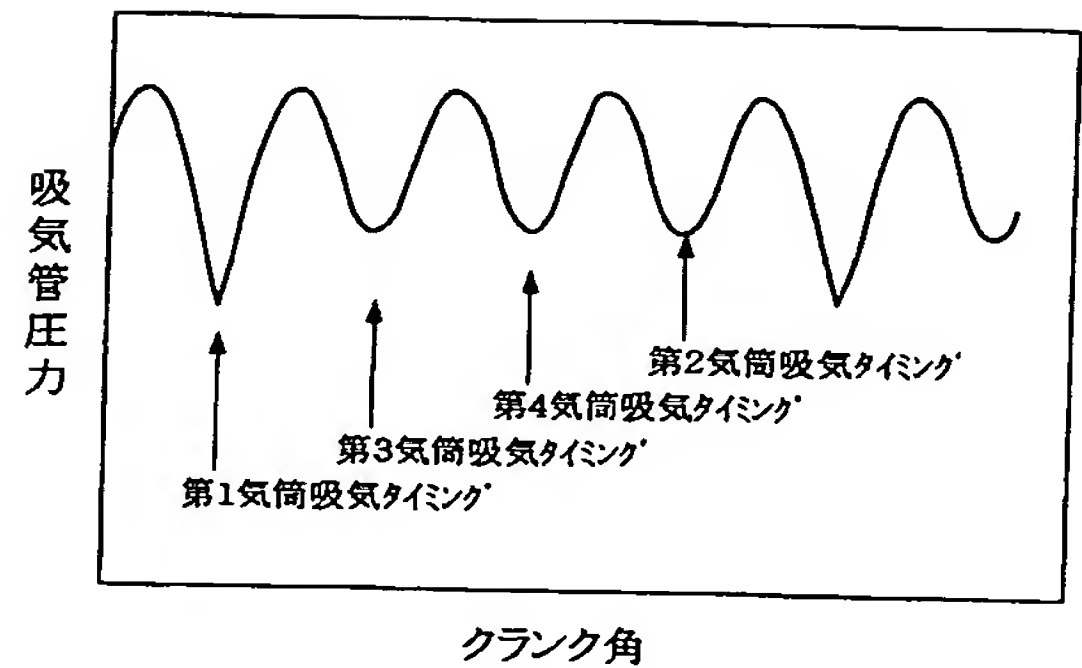
【図 5】



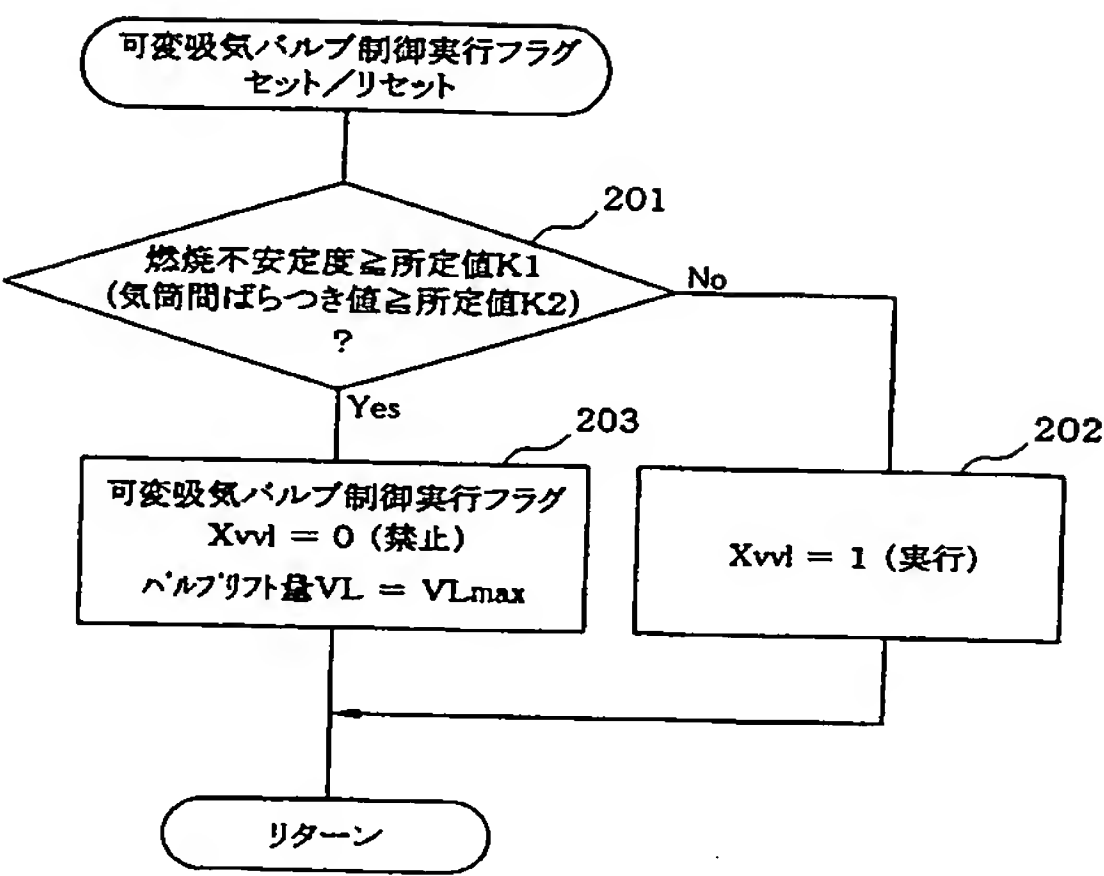
【図 6】



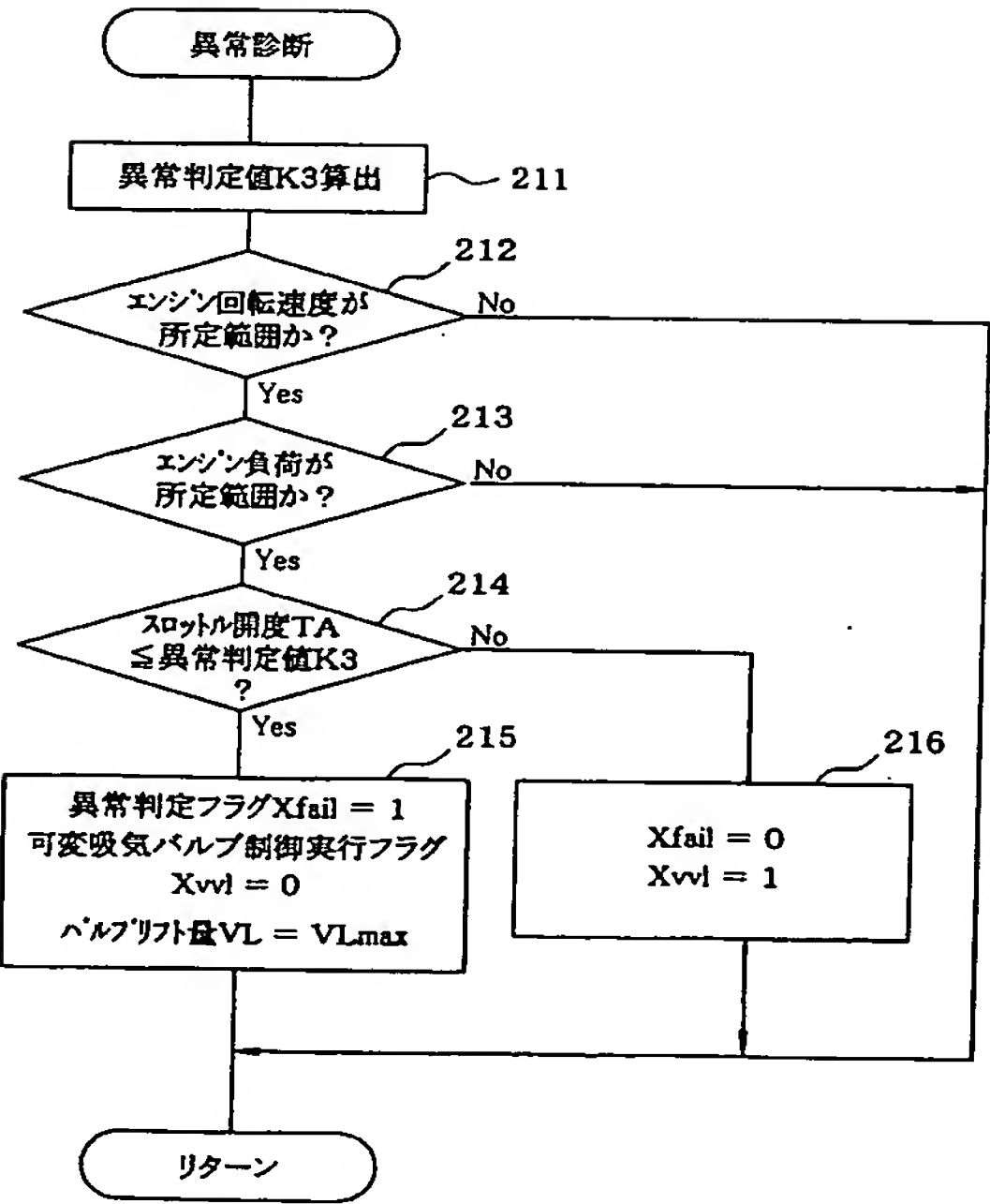
【 図 7 】



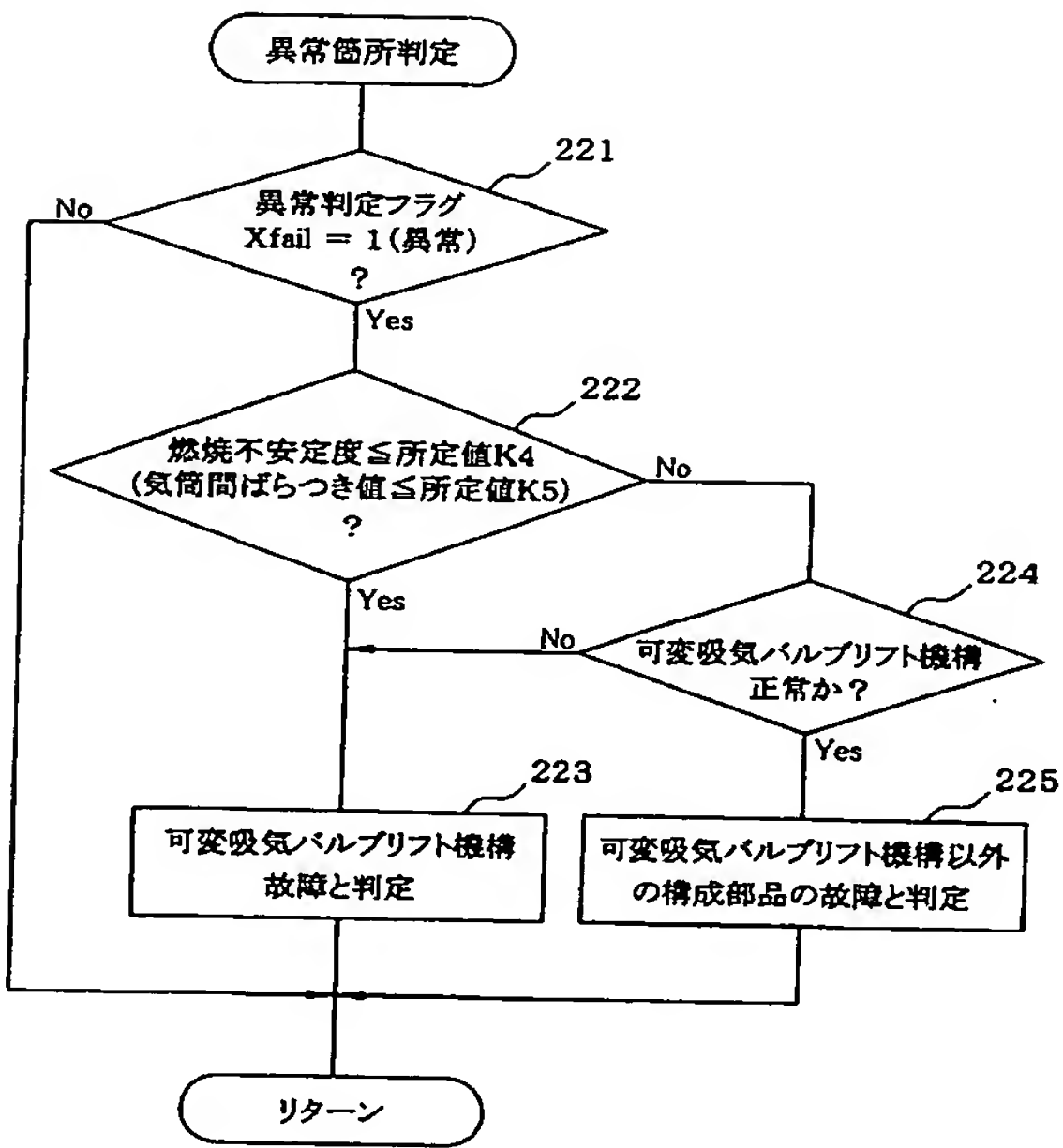
【 図 8 】



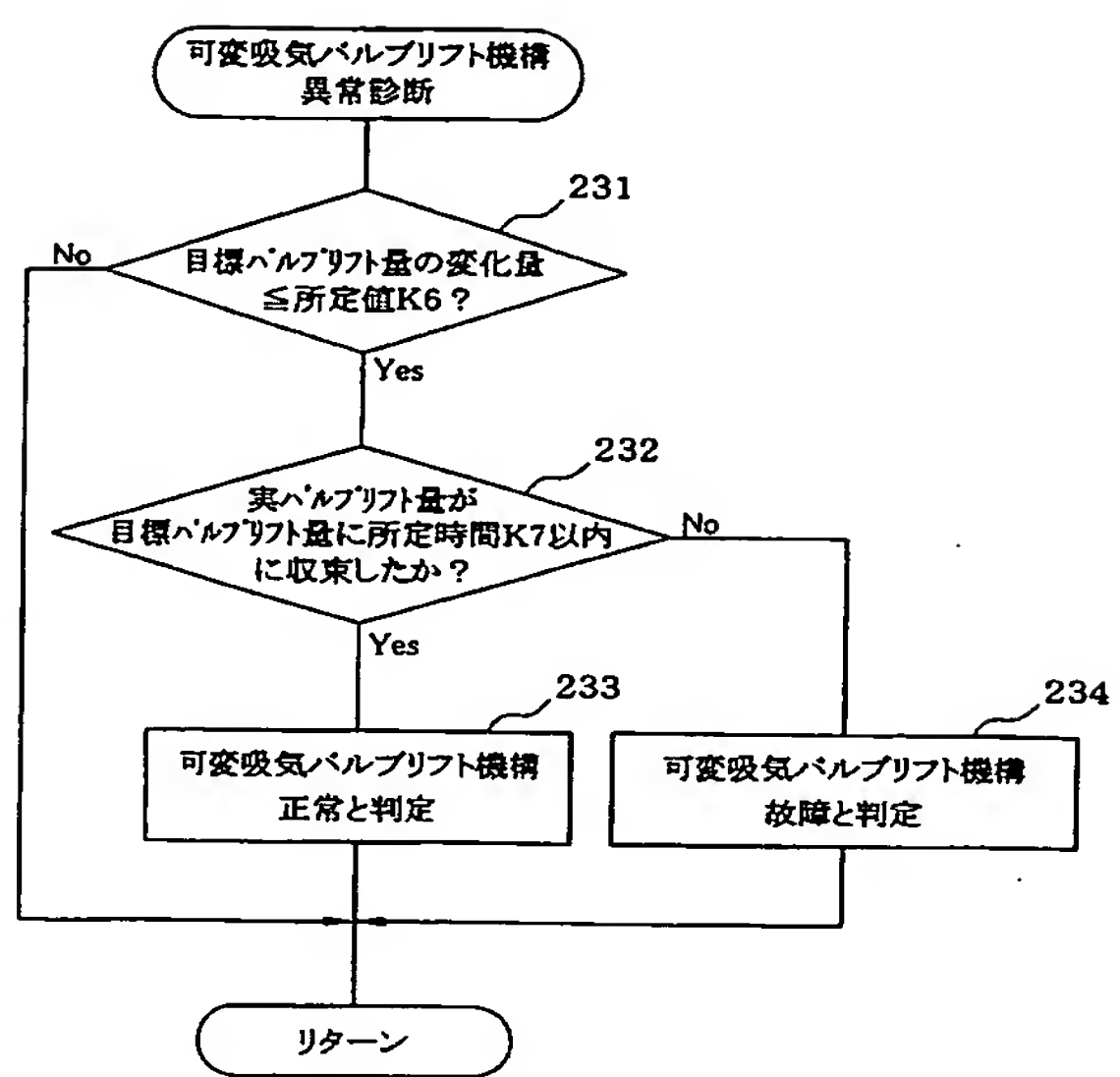
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【図 11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

F O 2 D 45/00

F I

テーマコード (参考)

F O 2 D	41/22	3 1 0 M
F O 2 D	43/00	3 0 1 K
F O 2 D	43/00	3 0 1 Z
F O 2 D	45/00	3 4 0 C
F O 2 D	45/00	3 6 2 J
F O 2 D	45/00	3 6 4 D
F O 2 D	45/00	3 6 4 J
F O 2 D	45/00	3 6 8 F
F O 2 D	45/00	3 6 8 S
F O 2 D	45/00	3 6 8 Z

F ターム (参考) 3G084 BA04 BA05 BA09 BA23 CA02 CA03 DA02 DA04 DA12 DA27
 DA28 EB08 EB12 EB17 EC02 FA00 FA10 FA11 FA20 FA21
 FA29 FA34 FA38
 3G092 AA01 AA11 AB02 BA01 BA04 BA09 DA01 DA02 DA05 DA10
 DC03 DF10 DG03 DG04 EA01 EA02 EA03 EA04 EA07 EC02
 EC05 EC09 FA02 FA15 FA24 GA02 GA04 GA05 HA01Z HA05Z
 HA06Z HA13X HC01Z HC08Z HE01Z HE03Z HE08Z
 3G301 HA01 HA19 JA02 JA04 JA05 JA12 KA07 KA08 LA03 LA07
 LC04 MA01 MA13 MA14 NA06 NA07 NA08 NB06 NC02 NC07
 ND03 ND25 NE01 NE06 NE11 NE12 PA01Z PA07Z PA11Z PD02Z
 PE04Z PE08Z PE09Z

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.